ELECTRICAL DESIGN COURSE

BY

AHMED ABDEL-HADY



Expertise For Designing & Consulting .

دورة تصميمات كهربيه

إعداد

مكتب الخبرة

مقدمة

أهمية التصميم الهندسي الكهربي

- إيجاد حلول مختلفة لجميع الأنظمة قبل البدء في التنفيذ.
- المقارنة بين جميع الإقتراحات من حيث إمكانية التنفيذ في مرحلة التصميم.
- حساب القيمة التقديرية للمشروع قبل البدء في التنفيذ.
- عمل نوتة حسابية لكل الأنظمة حسب الكود من بداية التصميم.

تعريف بمحتويات الدورة

- التعرف علي أوامر الأوتوكاد المهمة التي تساعد في تصميم الأعمال الكهربائية المختلفة.
- التعرف علي برنامج الدايلوكس وكيفية استخدامة في تصميم الإنارة للفراغات المختلفة.
- كيفية تصميم نظام الإنارة طبقا للأكواد العالمية والتعرف علي شدة الإنارة للفراغات المختلفة.
- كيفية تقدير الأحمال و توزيع مخارج البور و التيار الخفيف حسب الفرش المعماري.
- التعرف علي كيفية عمل جداول أحمال وحساب الكابلات طبقاً للأكواد العالمية.
- تصميم صواعد لأنظمة القوي و التيار الخفيف ونظام الأي بي.
- تصميم نظام إنذار الحريق و السماعات شاملاً الصواعد الخاصة بها.
- تصميم نظام الأرضي وحماية الصواعق.

Expertise For Designing & Consulting .

الباب الأول

1-الرسم بمساعدة الحاسب " تعليم برنامج الأوتوكاد"

1-1 مزايا الرسم بالحاسب الآلي:-

- لا يحتاج إلي مساحة كبيرة لإنتاج الرسومات.
- إمكانية التعديل و الإضافة سهلة وسريعة.
- يوجد قاعدة بيانات للرسومات والتصاميم السابقة مما يقلل في وقت إنتاج الرسومات المشابهة.
- إمكانية الرسم بمقياس رسم 1:1 والطباعة بالمقياس المناسب.

2-1 تشغيل الأوتوكاد:-

- شغل أوتوكاد بالنقر على الزر" ابدأ " في ويندوز، ثم انتقل إلى" البرامج " ثم قم بإختيار برنامج الأوتوكاد.
- يمكنك بدلاً من ذلك النقر فوق أيقونة أوتوكاد على سطح المكتب نقراً مزدوجاً.

3-1 إدخال الأوامر:

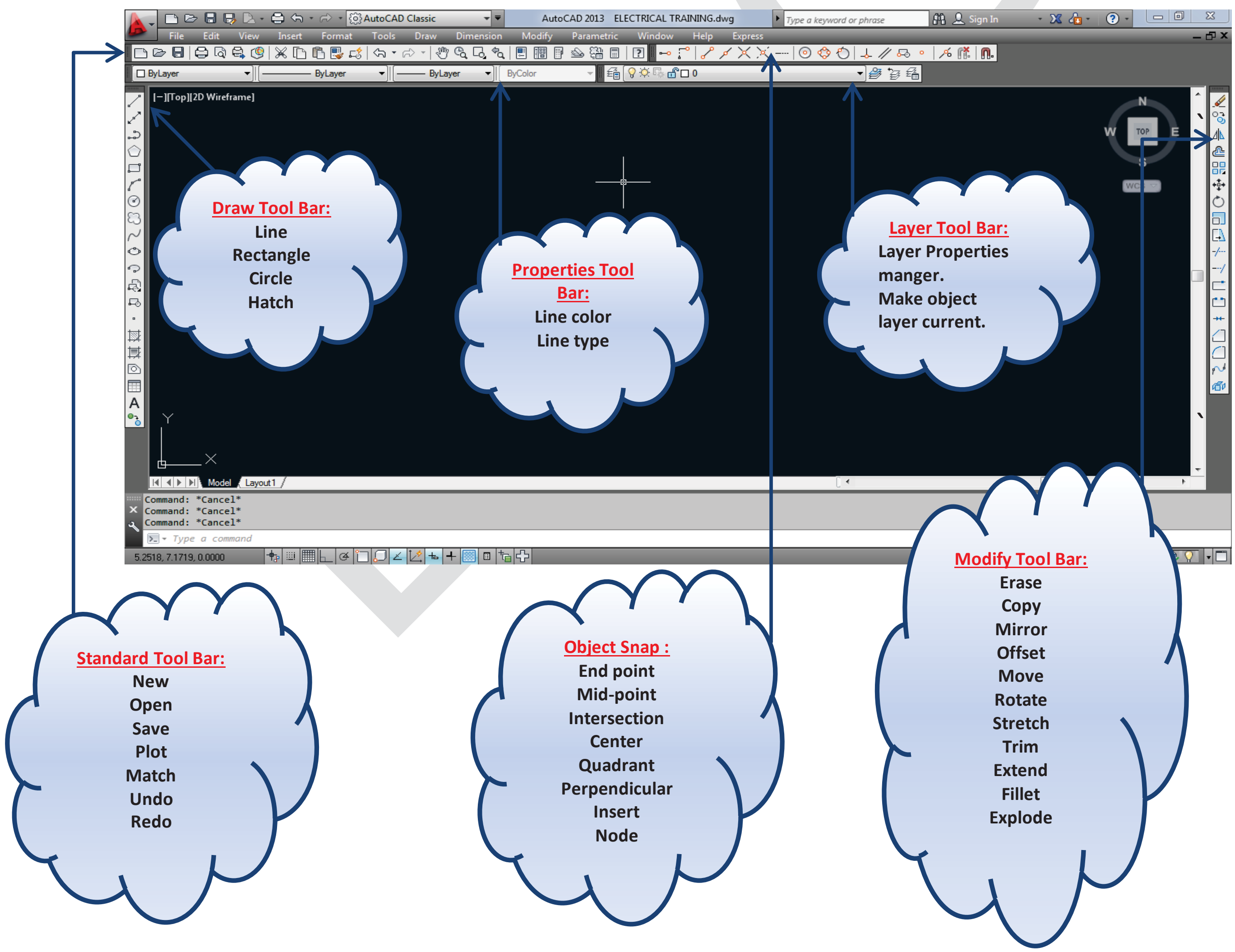
- توجد ثلاث طرق لإدخال الأوامر في الأوتوكاد:-
  - كتابة الأمر باستخدام لوحة المفاتيح، حيث يظهر أسم الأمر في نافذة الأوامر.
  - إنتقاء الأمر من القائمة.
  - إنتقاء الأمر من شريط الأدوات.

لا تتوفر الأوامر كلها في القوائم أو في أشرطة الأدوات.

4-1 أشرطة الأدوات:-

أهم أشرطة الادوات التي سيتم التركيز عليها:-

- شريط الأدوات القياسي — Standard tool bar
- شريط أدوات الخصائص — Object properties
- شريط أدوات الرسم — Draw
- شريط أدوات التعديل — Modify
- شريط أدوات القفز (الوثب) — Object snap
- شريط ال — Layer



يمكن عمل إزاحة لأي شريط أدوات وذلك بالضغط علي الفارة علي شريط الأدوات في المكان المناسب وسحبه إلي المكان المراد نقل الشريط إليه.

سيتم دراسة فقط الأوامر التي تساعد في تصميم الأنظمة الكهربائية المختلفة وليس كل الأوامر، هناك بعض الأوامر التي سيتم التعرف عليها لاحقا مع التدريب علي تصميم نموذج مشروع.

5-1 شرح لأشرطة الأدوات:-

- شريط الأدوات القياسي Standard tool bar وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

  - إنشاء ملف رسم جديد New
  - فتح ملف قديم Open(Ctrl+o)
  - حفظ ملف حالي Save(Ctrl+s)
  - طباعة Plot(Ctrl+p)
  - مطابقة خصائص Match(Ma)
  - لإستعادة الحدث السابق Undo(Ctrl+Z)
  - لإسترجاع الحدث الذي تم استعادتة Redo(Ctrl+y)

- شريط ال Layer وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-
  - إنشاء layer جديدة وتحديد الألوان ونوع الخط Layer properties manger
  - تحديد ال layer الحالي بعنصر معين Make objects layer current

- شريط أدوات الخصائص Object properties وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-
  - تحديد لون الخط عند إنشاء layer جديد Layer color
  - تحديد نوع الخط Line type

5-1 شرح لأشرطة الأدوات:- "تابع"

- شريط أدوات الرسم Draw وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-
  - رسم خط Line (L)
  - رسم مستطيل Rectangle(Rec)
  - رسم دائرة Circle(C)
  - تظليل الأشكال المختلفة Hatch(H)

- شريط أدوات التعديل Modify وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-
  - مسح Erase(E)
  - نسخ Copy(Co)
  - لأخذ نسخة (مثل المرآة) Mirror(M)
  - تكرار أي شكل Offset
  - تحريك Move(M)
  - تدوير Rotate(Ro)
  - مد أو زيادة في طول أي شكل Stretch(S)
  - قطع في جزء معين Trim(Tr)
  - إستكمال جزء معين Extend(Ex)
  - لإستكمال التوصيل بين خطين Fillet (F)
  - لتفجير كتلة Explode

5-1 شرح لأشرطة الأدوات:- "تابع"

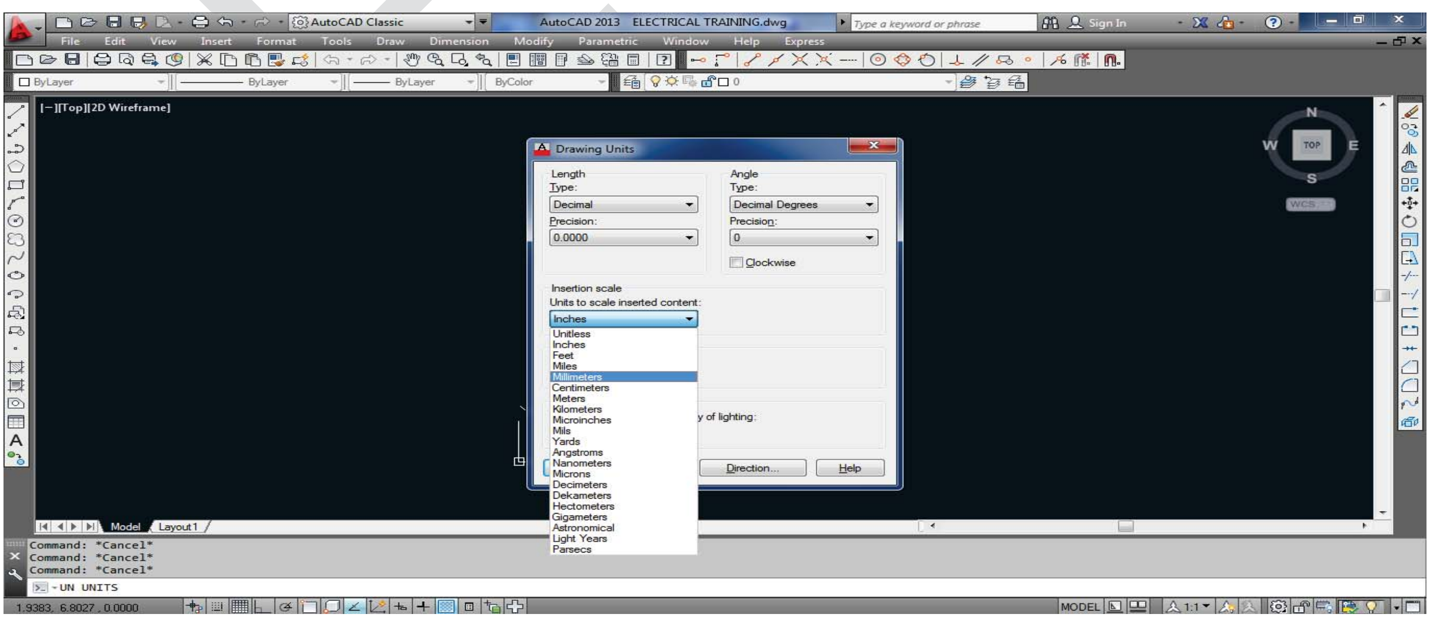
- شريط أدوات القفز (الوثب) Object snap وأهم الأوامر التي نتعرف عليها هي :-

- يقفز إلي نهايتي أي خط — End point
- يقفز إلي منتصف الخط — Mid-point
- يقفز إلي التقاطعات — Intersection
- يقفز إلي مركز الدائرة — Center
- يقفز إلي أرباع الدوائر — Quadrant
- يقفز عمودي — Perpendicular
- يقفز إلي نقطة الكتل — Insert
- يقفز إلي نقاط التقسيم — Node

6-1 تطبيق لنموذج عملي:-

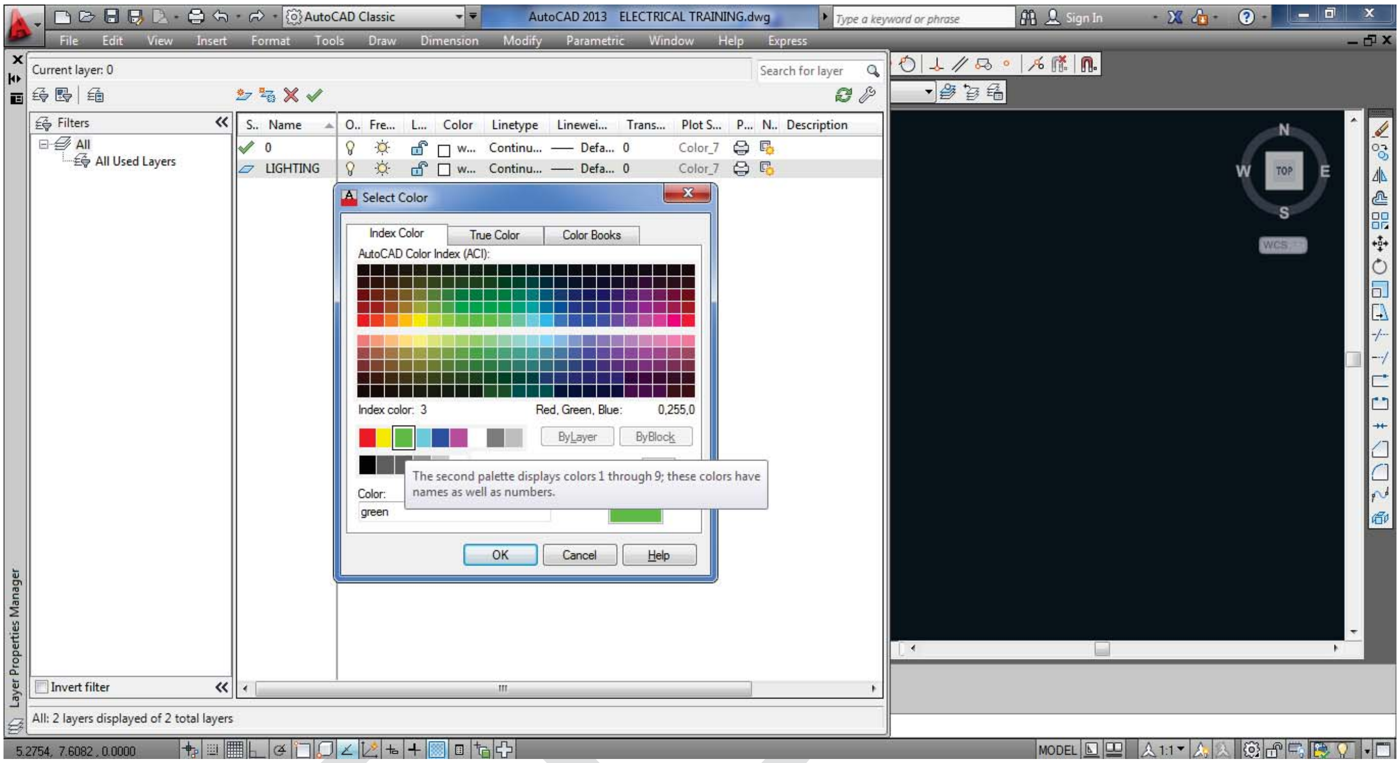
سيتم عمل نموذج لكتلة وتحميل إكس رف لنموذج مشروع حقيقي.

- أول شيء يتم تحديد طريقة القياس بال Decimal وتحديد تحميل أي ملف بالمليميتير من خلال الأمر Units(Un).

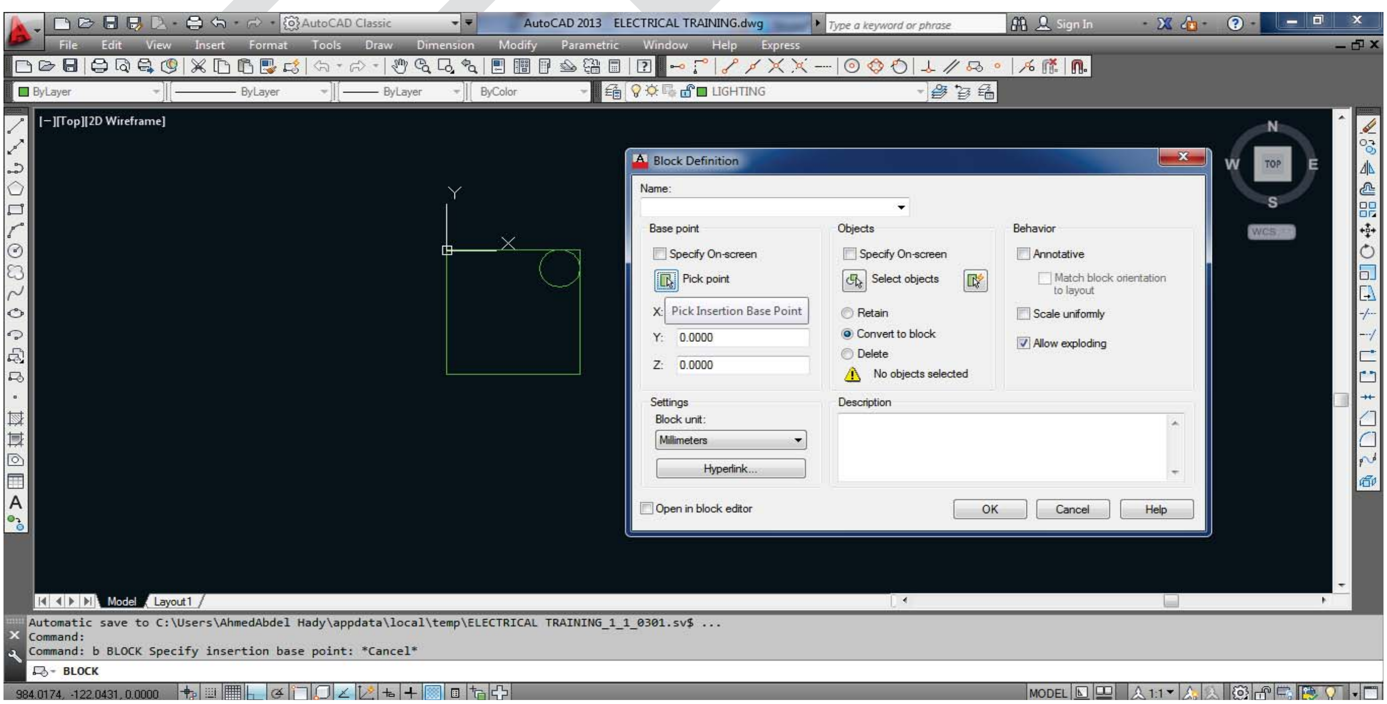


Expertise For Designing & Consulting .

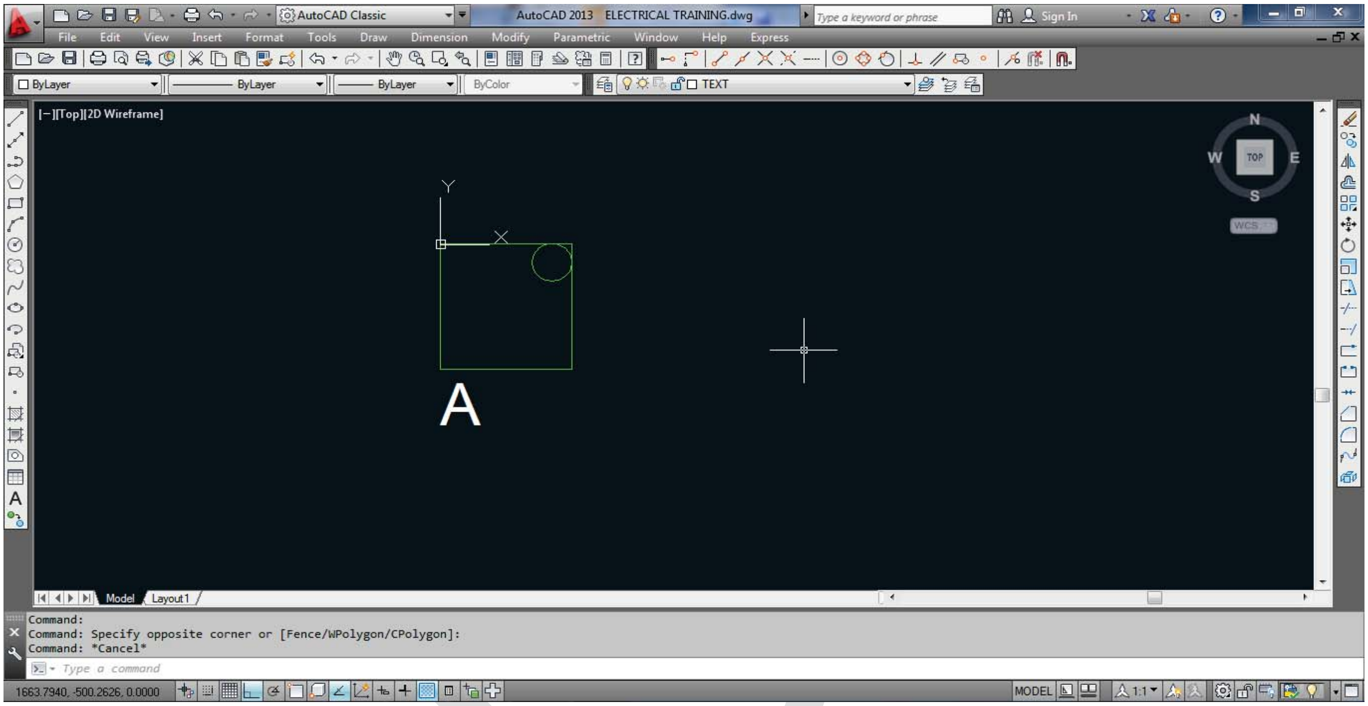
- يتم إنشاء Layer جديدة للإنارة وتسمي Lighting وباللون الاخضر.



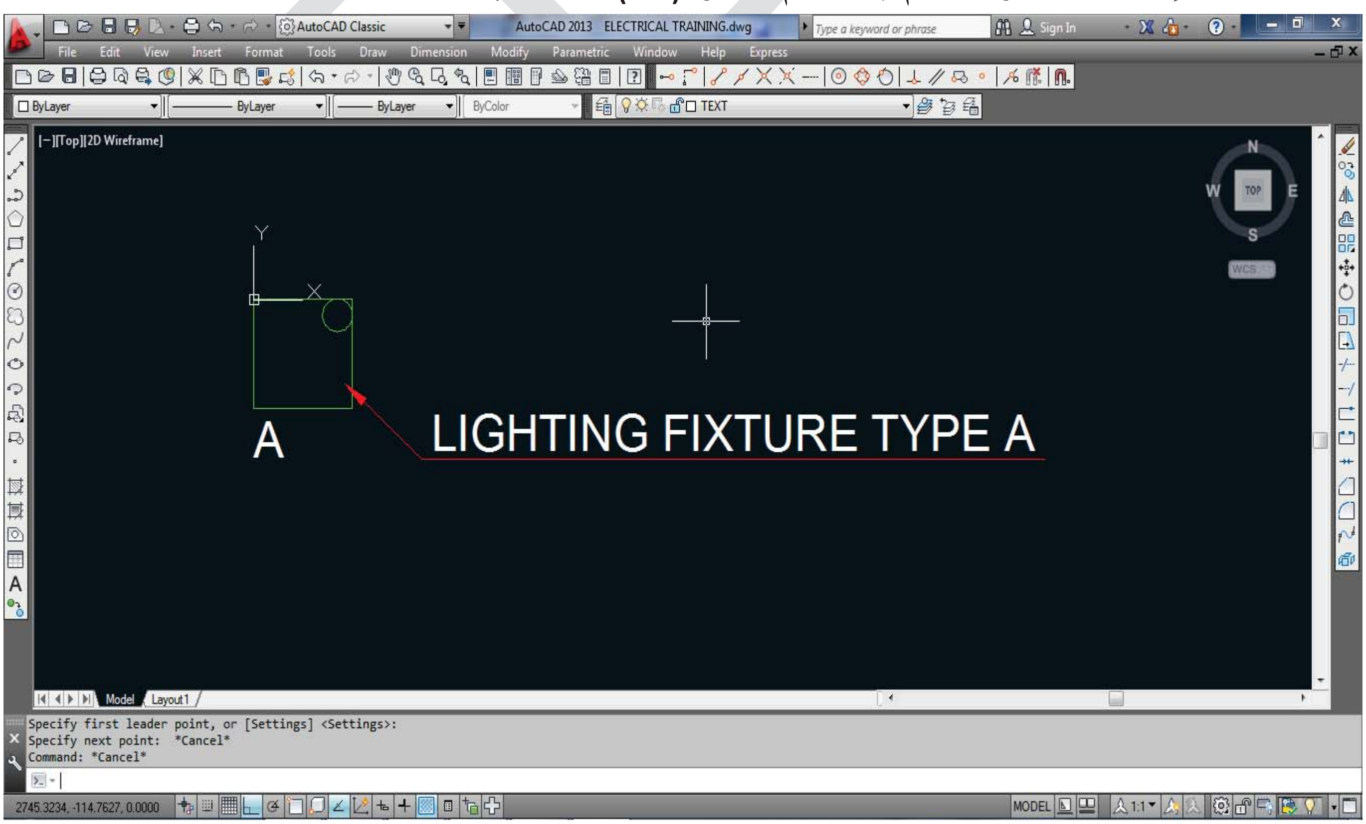
- يتم عمل كتلة بواسطة الأمر Block.



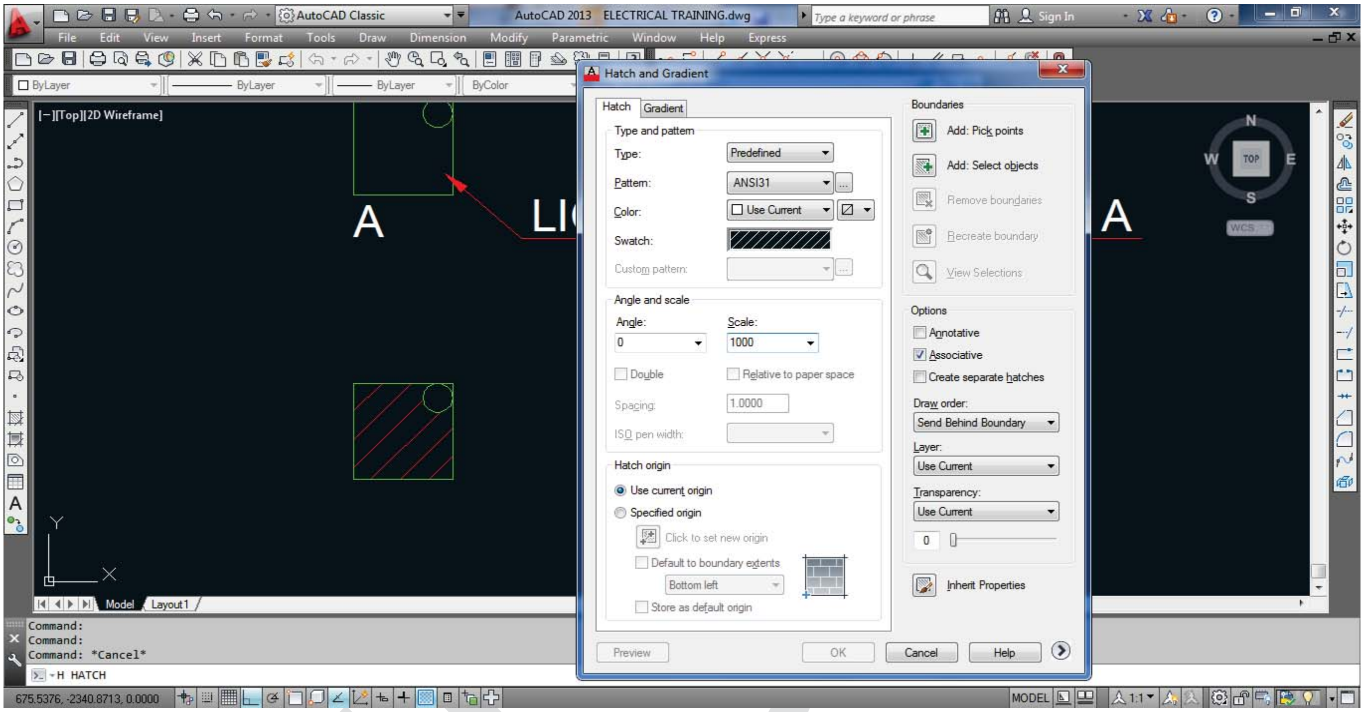
- يتم إضافة نوع لكل كشاف بالأمر Text.



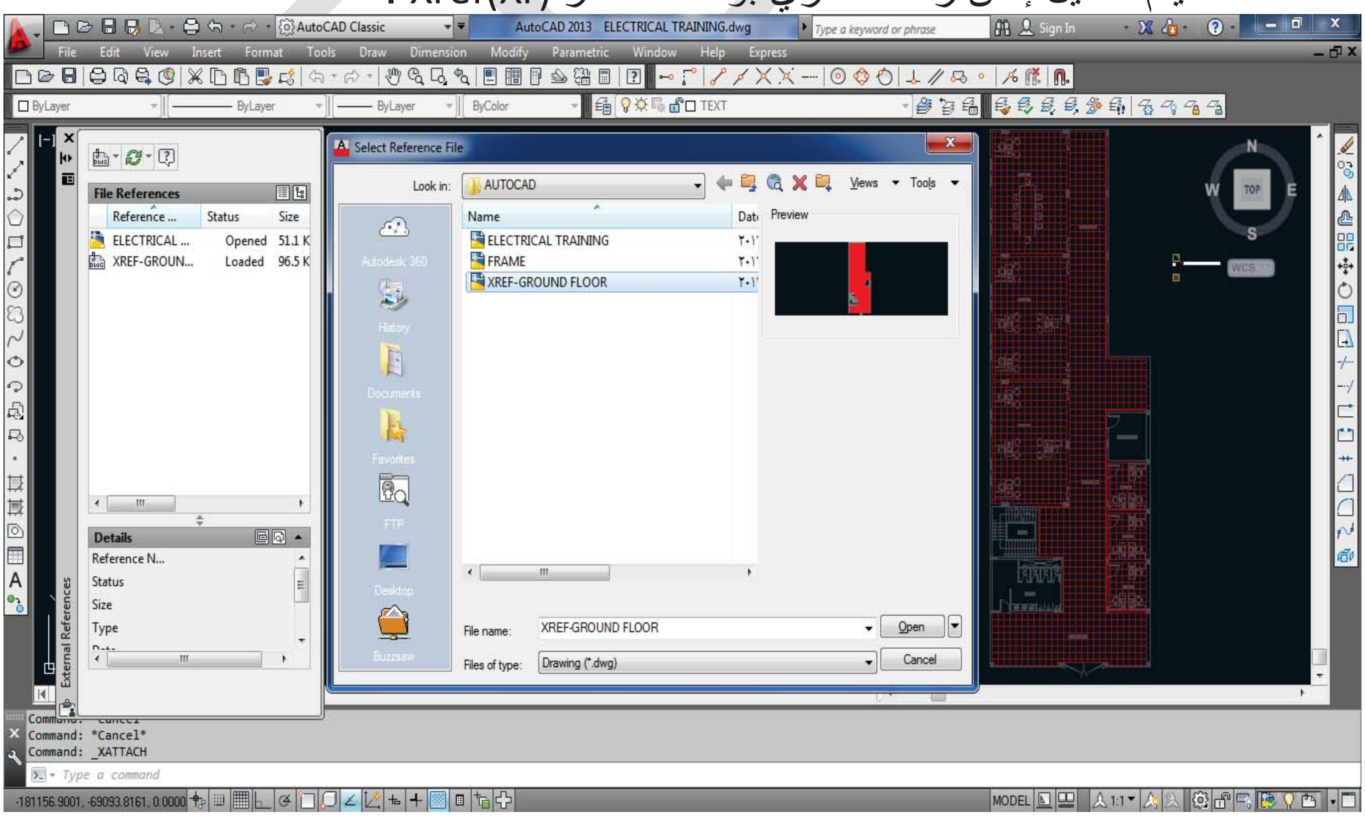
- لإنشاء مشاورات يتم إستخدام الأمر Qleader(Le) .



- يستخدم الأمر Hatch لتهشير الكابل تراي ورموز الكهرباء.



- يتم تحميل إكس رف معماري بواسطة الأمر Xref(Xr) .



الباب الثاني

تصميم أعمال الإنارة الداخلية و الخارجية

مقدمة

أهمية التدريب علي قراءة الرسومات المعمارية

- دراسة الرسومات المعمارية و تحديد غرف الكهرباء و الفتحات المطلوبة.
- توزيع الأعمال الكهربائية في مكانها الصحيح.
- معرفة إرتفاعات الفراغات المختلفة في المشروع وإستخدامها في حسابات الأنظمة الكهربائية.
- إمكانية تحديد أماكن و نوعية الفرش و السقف حتي نتمكن من توزيع المخارج بها.

كيفية قراءة الرسومات المعمارية

- قم بفتح فولدر EDC الموجود علي سطح المكتب.
- تابع التوضيح مع المحاضر وتعرف علي كيفية تحديد غرف الكهرباء.

مميزات برنامج الديالوكس

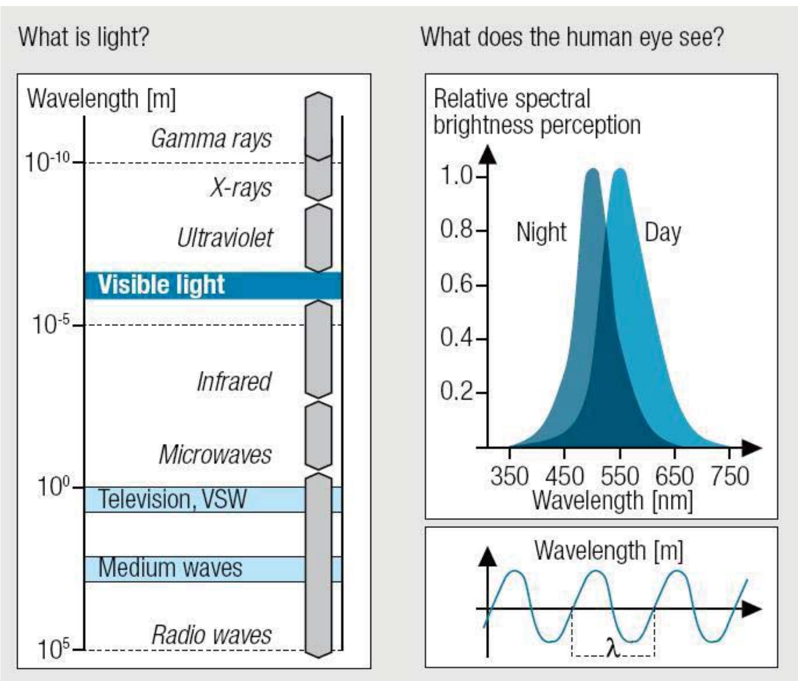
- يوجد به قاعدة بيانات لمعظم الكتالوجات العالمية.
- إمكانية تحميل أكثر من كشاف لأكثر من مصنع في نفس المشروع ونفس الفراغ.
- إمكانية حساب الفراغات ذات الأشكال الغير منتظمة.

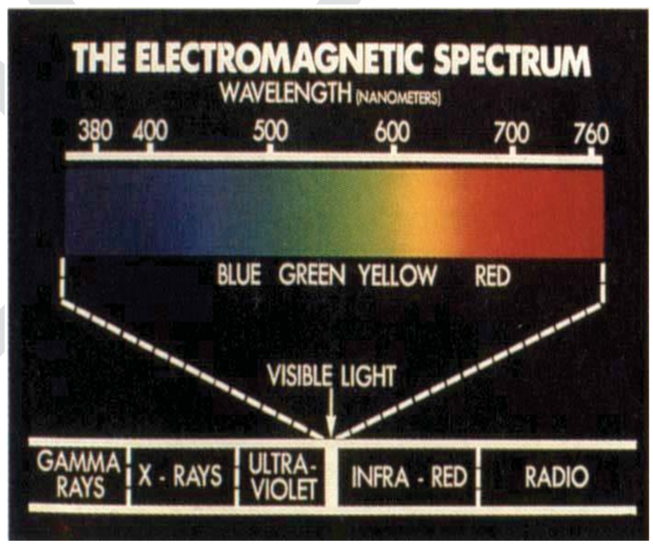
Expertise For Designing & Consulting .

2-تصميم أعمال الإنارة

1-2 تعريف الإنارة:-

أي إشعاعات يمكن أن تسبب إحساس بالرؤية.
تردد الطيف الضوئي الذي يمكننا رؤيتة يتراوح بين 380-780 نانومتر.





2-2 أهمية الإنارة:-

- إمكانية رؤية الأشياء و المعلومات.
- إمكانية ممارسة الأنشطة اليومية.
- الشعور بالأمان و الراحة.

3-2 أسس التصميم :-

- طبيعة إستخدام المكان.
- أبعاد المكان وإرتفاع سطح العمل.
- تحديد شدة الإضاءة المطلوبة من الكود.
- معاملات إنعكاس الأسطح.
- معامل النظافة.
- معامل الإستفادة.

4-2 تعريفات هامة :-

- طول الموجة Wave Length.

هو المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس القيمة بعد دورة موجية ويقاس بالمتر.

- إرتعاش Flicker.

تعبير يطلق علي تذبذب شدة أو لون الضوء.

- البهر Glare.

هو ظاهرة تنشأ عن زيادة شدة الإضاءة المباشرة من مصدر الضوء نفسه أو المنعكسة من سطح ما، مما يؤدي إما إلي تعذر الرؤية أو الإجهاد البصري.

- إرتفاع تعليق وحدة الإنارة Mounting Height(Hm).

المسافة الرأسية بين مستوي العمل ومركز وحدة الإنارة.

- مستوي العمل Working plane.

هو المستوي الأفقي الذي يقع فية الجسم المرئي.

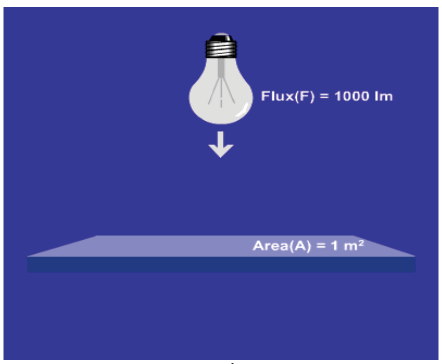


- الفيض الضوئي Luminous flux.

كمية الإشعاع المرئي المنبعث من مصدر الضوء في جميع الإتجاهات في الثانية الواحدة، ويقاس بوحدة Lumen(LM).

- الكفاءة الضوئية Efficacy.

نسبة الفيض الضوئي المنبعث من المصباح إلي القدرة الكهربية للمصباح ووحدتها Lumen/watt.



- شدة الإضاءة Illumination.

كمية الفيض الضوئي الساقط عمودياً علي وحدة المساحات وتقاس بوحدة Lumen/m2 او Lux .

- درجة حرارة اللون Color Temperature.

هي درجة الحرارة بالكلفن التي تصدر عندها ضوء من جسم بلانك القياسي الأسود المشع (Planckian radiator)، بنفس لون الضوء الصادر من المصدر تحت الأختبار.

- دليل أمانة إظهار الألوان Color Rendering Index.

هو معيار لقياس مقدار التغير في ألوان جسم ما عند رؤيتة في ضوء المصدر المراد تحديد هذا الدليل له.

- دليل أبعاد الغرفة Room index (RI).

دليل يربط بين أبعاد الغرفة ونظام إنارتها، وتستخدم قيمة هذا الدليل في إيجاد معامل الإستفادة بالضوء الصادر.

- معامل الإستفادة Utilization Factor (U.F) .

النسبة بين الفيض الضوئي الذي يصل إلي مستوي العمل والفيض الضوئي الكلي المنبعث من المصابيح بوحدات إنارة هذا المكان، وقيمتة أقل من واحد.

- معامل الصيانة Maintenance Factor (M.F).

النسبة بين الفيض الضوئي المنبعث من وحدات الإنارة علي مساحة محددة تحت ظروف التشغيل الفعلية و الفيض الضوئي المنبعث منها عند بداية التشغيل.ويتراوح بين 0.85 الي 0.6.

- المسافة البينية لوحدات الإنارة Spacing.

المسافة بين مركزي وحدتي إنارة داخلية متتاليتين و مثبتين علي خط مستقيم أو المسافة المقاسة موازية لمحور الطريق بين كشافين متتاليين لإنارة الشارع.

- نسبة الإنتظام Uniformity ratio.

مقياس لمدي إنتظام شدة الإضاءة عند مستوي ما ، ولها مقياسان أحدهما النسبة بين أقل قيمة و القيمة المتوسطة لشدة الإضاءة والأخر النسبة بين أقل قيمة وأقصي قيمة لشدة الإضاءة.

- نسبة المسافة البينية / إرتفاع التعليق Space to height ratio.

النسبة بين المسافة الأفقية بين وحدتي إنارة متجاورتين وإرتفاع تعليقها.

- وحدة إنارة غائرة Recessed Luminaire.

وحدة إنارة مركبة في سقف معلق (غائرة).



5-2 أنواع المصابيح:-

- مصباح إنارة مركزة   Spot Light Lamp.

مصباح ذو عاكس وذو نمط شعاع ضيق Narrow Beam ويستخدم للإضاءة المركزة.

- مصباح تنجستين-هالوجين   Tungsten-Halogen Lamp.

مصباح متوهج مملوء بغاز به نسبة معينة من الهالوجين، وأشهر قدرات للمبات 35 و 50 و 70 و 100 و 150 وات.

- مصباح توهجي   Incandescent Lamp.

مصباح ضوؤة ناتج من فتيلة مسخنة (وأشهرها فتيلة التنجستين) إلي درجة التوهج بتمرير تيار كهربائي فيها، وأشهر قدرات للمبات 40 و 60 و 100 وات.

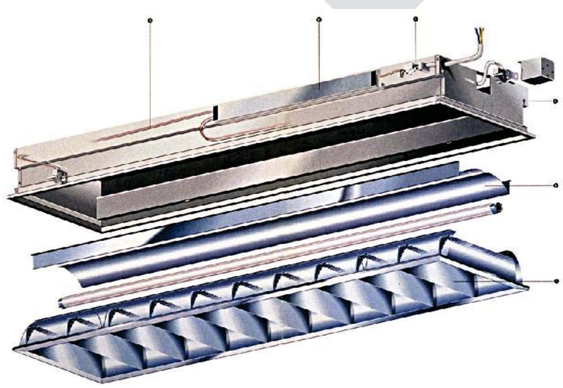
- مصباح فلوري   Fluorescent Lamp.

مصباح تفريغ كهربي أنبوبي الشكل ينبعث معظم الضوء الناتج عنه من طبقة من مادة فلورية مرسبة علي الجدار الداخلي للأنبوب الزجاجي عند إثارتها بأشعة فوق بنفسجية ناتجة عن التفريغ الكهربي داخل الأنبوبة، وتساهم الطبقة الفلورية في تحسين خصائص إظهار درجة الألوان للمصباح، وأشهر قدرات للمبات 18 و 36 و 58 وات.

- مصباح فلوري مدمج   Compact Fluorescent Lamp.

نوع من المصابيح الفلورية ذو حجم صغير وهو موفر للطاقة، وأشهر قدرات للمبات المدمجة 13 و 18 و 26 وات.

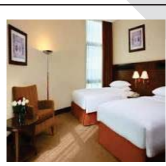
6-2 فائدة إستخدام وحدات الإنارة:-



- إحتواء اللمبات و إحتواء الملحقات.
- إمداد الطاقة للمصابيح.
- توزيع الضوء عن طريق العاكس.
- تحمل العوامل الجوية.
- تثبيت وصيانة سهلة وآمنة.

7-2 شدة الإضاءة للفراغات المختلفة:-

فيما يلي جدول يوضح شدة الإضاءة وصور لبعض الكشافات المقترحة، ويمكن استخدام أي من الأكواد العالمية أو المحلية لتحديد شدة الإضاءة حسب طبيعة المشروع و حسب متطلبات العميل:-

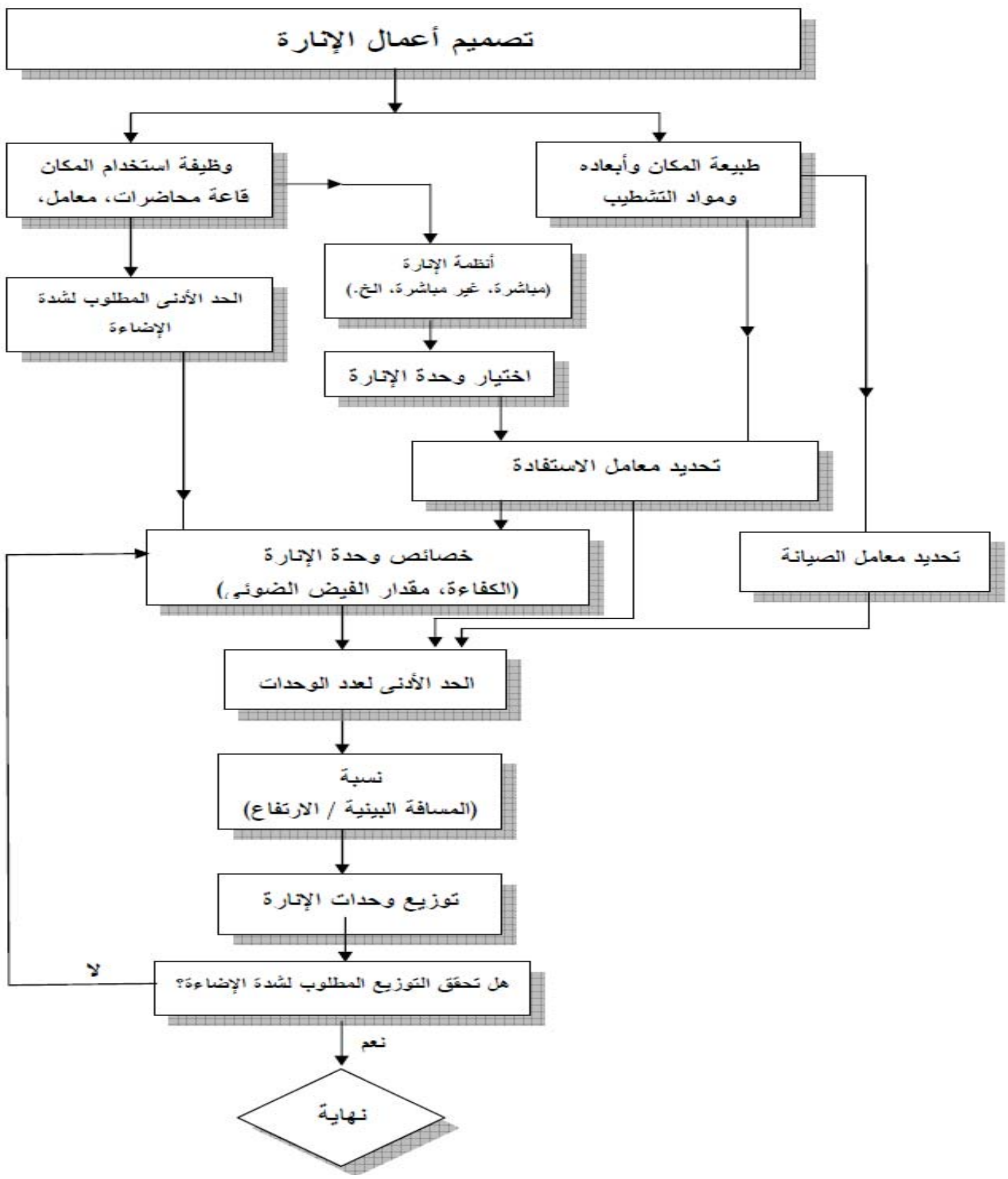
تسلسل	طبيعة الفراغ	شدة الإضاءة باللكس	نوع الكشافات واللمبات الملائمة لكل فراغ	صور توضح الكشافات الملائمة لكل فراغ
1	مكاتب وقاعات محاضرات و فصول دراسية	500	كشافات مزودة بشبك عاكس، بلمبات فلوريسينت حسب نوع ومقاس السقف ودرجة الحماية تكون IP20	
2	غرف إجتماعات	300	كشافات بلمبات فلوريسينت مدمجة واسبوت هالوجين حسب نوع السقف ودرجة الحماية تكون IP20	 
3	ممرات	250 للمباني الإدارية 150 للمباني السكنية		
4	قاعة متعددة الأغراض	500		
5	إستقبال و مجالس	250		
6	مطابخ رئيسية	500	كشافات مزودة بغطاء ناشر للضوء، بلمبات فلوريسينت حسب نوع السقف ودرجة الحماية تكون IP44 علي الأقل	
7	مطابخ صغيرة و بوفية	300		
8	حمامات	150		
9	غرف نوم	150	يتم إستخدام وحدات إنارة ديكورية جدارية و سبوت هالوجين أو نجف ودرجة الحماية تكون IP20	 
10	جراج سيارات داخلي	150	كشافات مزودة بغطاء ناشر للضوء، بلمبات فلوريسينت حسب نوع السقف ودرجة الحماية تكون IP 54 علي الأقل في الجراجات وغرف الميكانيكا	
11	مستودعات	150		
12	غرف خدمات (كهرباء و ميكانيكا)	200		
13	غرف تحكم	250		

2-8 كيفية إختيار وحدة الإنارة من الكتالوج:-

- قم بفتح كاتالوج الإنارة السعودية الذي أمامك.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية إختيار الكشافات و أنواعها.

2-9 خطوات تصميم الإنارة الداخلية:-

الشكل التالي يوضح الرسم التخطيطي لخطوات أعمال الإنارة الداخلية



- يتم حساب عدد وحدات الإنارة (N) المطلوبة من المعادلة التالية:

$$N = \frac{E\ X\ A}{U.F\ X\ M.F\ X\ LM}$$

E : شدة الإضاءة المطلوبة (LUX).

A : مساحة السطح المراد إضاءتة (م2).

U.F : معامل الإستفادة.

M.F : معامل الصيانة.

LM : كمية الإشعاع المرئي المنبعث من مصدر الضوء.

- قم بفتح ملف الإكس رف من داخل فولدر EDC الموجود علي سطح المكتب.
- قم بقياس أبعاد المكتب رقم 1 .
- L=11.2m, W=7.5m, H=3.5m.
- إرتفاع مستوي العمل في المكاتب WORKING PLAN=0.85، وبالتالي Hm=2.65.
- حسب جدول شدة الإضاءة E=500 للمكاتب.
- يتم إفتراض M.F=0.8 للأماكن النظيفة.
- يتم إختيار نوع الكشاف 5712 وعدد اللمبات و قدرتها 4x18w.
- يتم حساب دليل أبعاد الغرفة Room index (RI) من المعادلة التالية:-

$$RI = \frac{LXW}{HmX(L+W)} = \frac{11.2\ X\ 7.5}{2.65X(11.2+7.5)} = 2$$

- بالنظر إلي الجدول الموضح لمعامل الإستفادة Utilization Factor U.F يجب تحديد إنعكاسات الأسطح (السقف و الجدران و سطح العمل) وذلك حسب نوع المواد المستخدمة لكل سطح وفي حالة عدم معرفتها يتم إفتراضها 20/50/70 للسقف/الجدران/الأرضيات.
- وبالتالي يتم إختيار القيمة التي تقع بين دليل أبعاد الغرفة و قيم الإنعكاسات السابقة U.F=0.53

- إجمالي الفيض للكشاف ال 4X18W يساوي 5400Lumen.

- يتم التعويض في المعادلة السابقة الخاصة بحسابات عدد وحدات الإنارة:-

$$N = \frac{E\ X\ A}{\text{U.F X M.F X LM}} = \frac{500\ X\ 11.2\ X\ 7.5}{0.53\ X\ 0.8\ X\ 5400} = 18.3\ \cong 19$$

- يتم تقريب العدد الي أقرب رقم صحيح بالزيادة N=19 .

- لحساب العدد في الإتجاة الطولي L=11.2m :-

$$NL = \sqrt{\frac{NXL}{W}} = \sqrt{\frac{19X11.2}{7.5}} = 5.3 \cong 6$$

- لحساب العدد في الإتجاة العرضي W=7.5m :-

$$NW = \sqrt{\frac{NXW}{L}} = \sqrt{\frac{19X7.5}{11.2}} = 3.6 \cong 4$$

-عدد الكشافات الفعلي N1=4X6=24.

- لتحقيق أفضل توزيع للكشافات يجب حساب أفضل مسافات بين الكشافات حتي تحقق أعلي نسبة إنتظام Uniformity ratio :-

$$\frac{\text{Space}}{Heihgt} = \frac{\sqrt{A/(N1)}}{Hm} = \frac{\sqrt{11.2x7.5/(24)}}{2.65} = 0.7$$

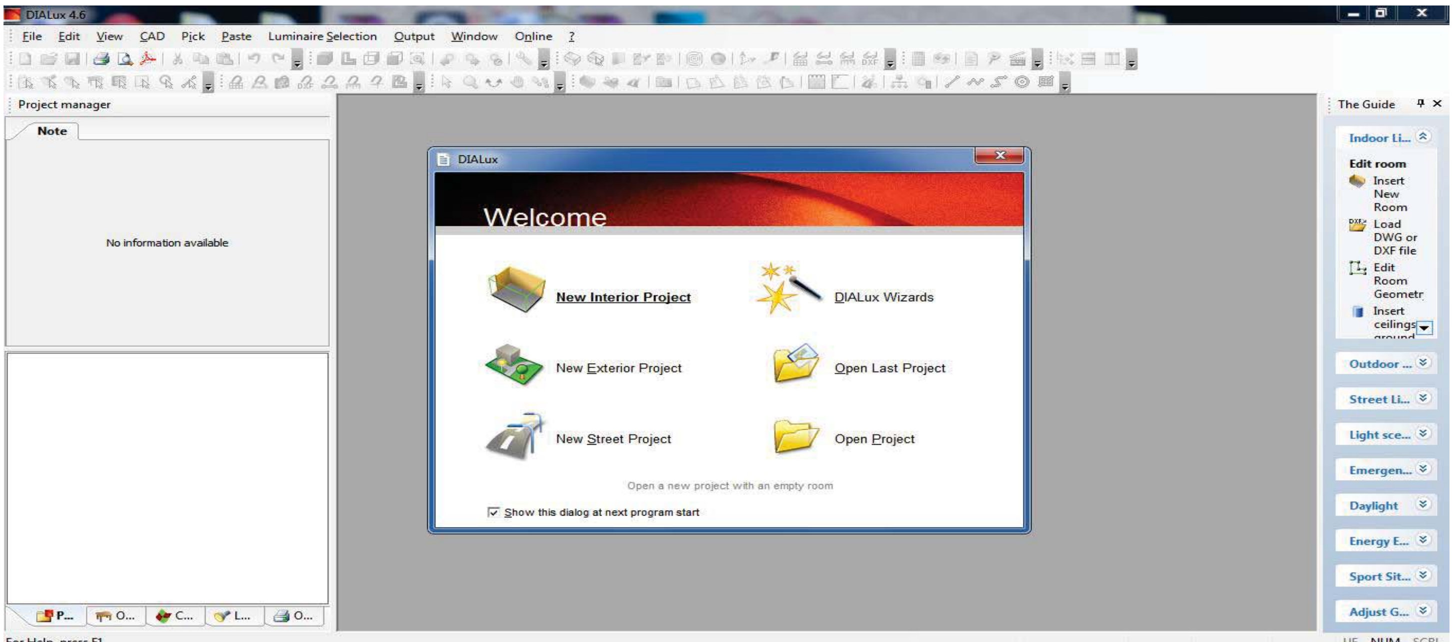
- وبضرب الإرتفاع في 0.7 تكون المسافات كالتالي Space= 2.65X0.7= 1.855

- وطريقة توزيع الكشافات تكون بالقاعدة X-2X-X

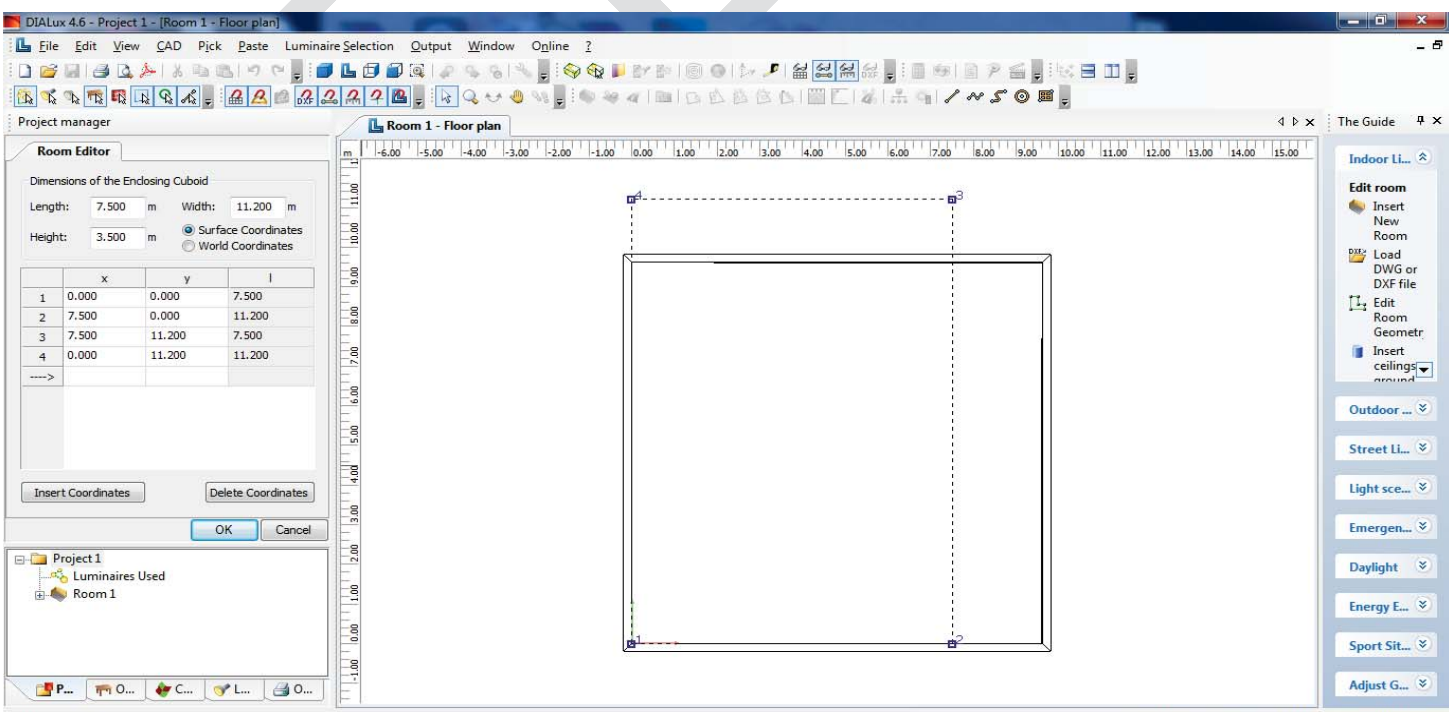
- وفي حالة وجود سقف مستعار عبارة عن بلاطات جبسية 60X60cm يجب مراعاة أن تكون المسافات أضعاف عرض البلاطات.

10-2 شرح برنامج الديالوكس:-

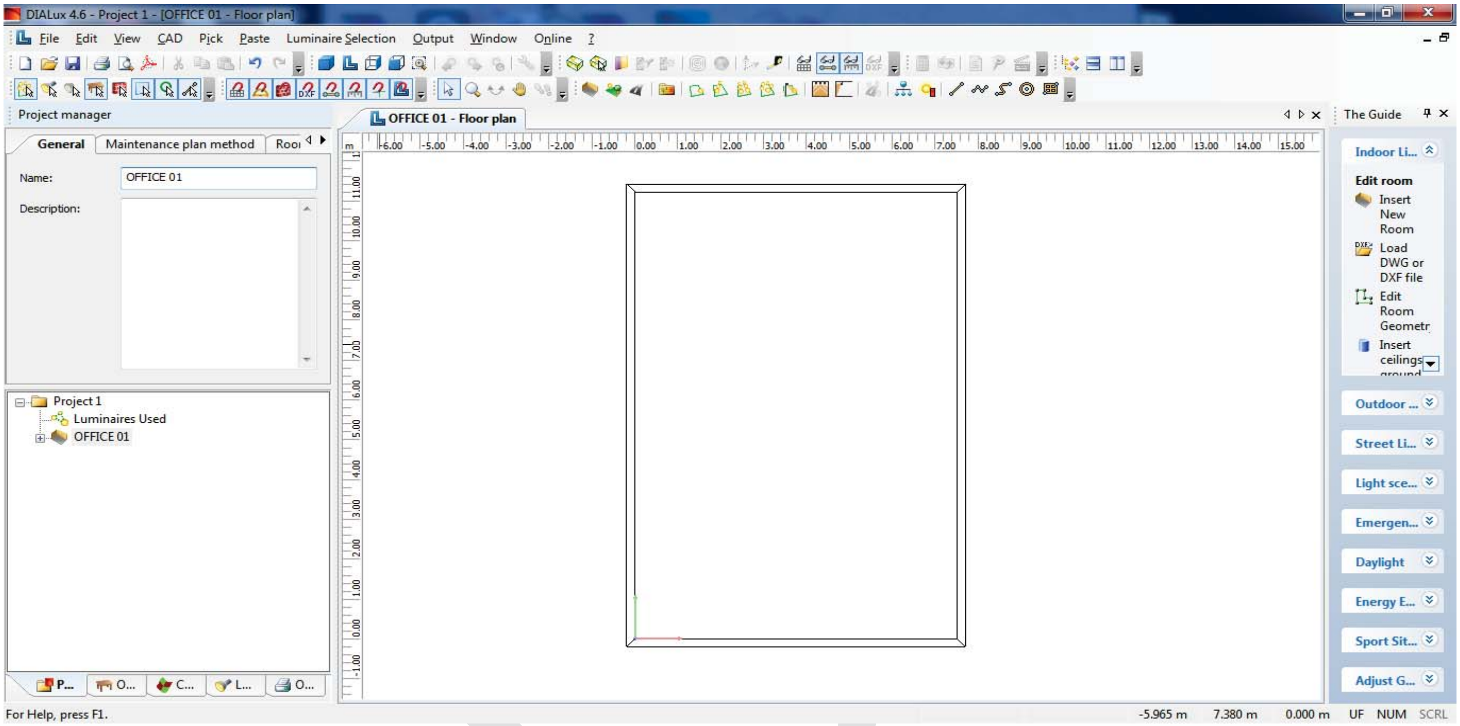
- قم بالنقر علي أيقونة الدايلوكس الموجودة علي سطح المكتب.



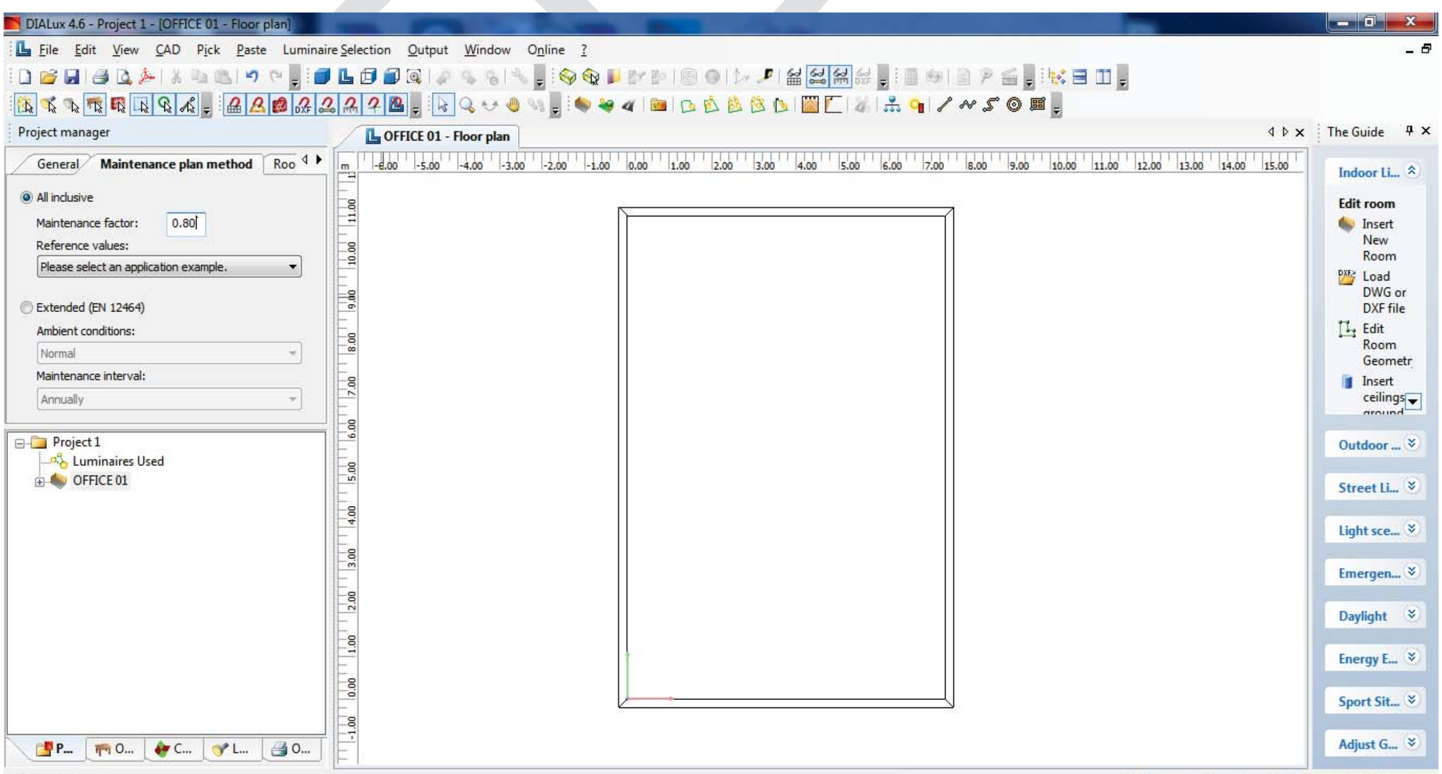
- أختر NEW INTERIOR PROJECT وابدء في إدخال أبعاد الغرفة.



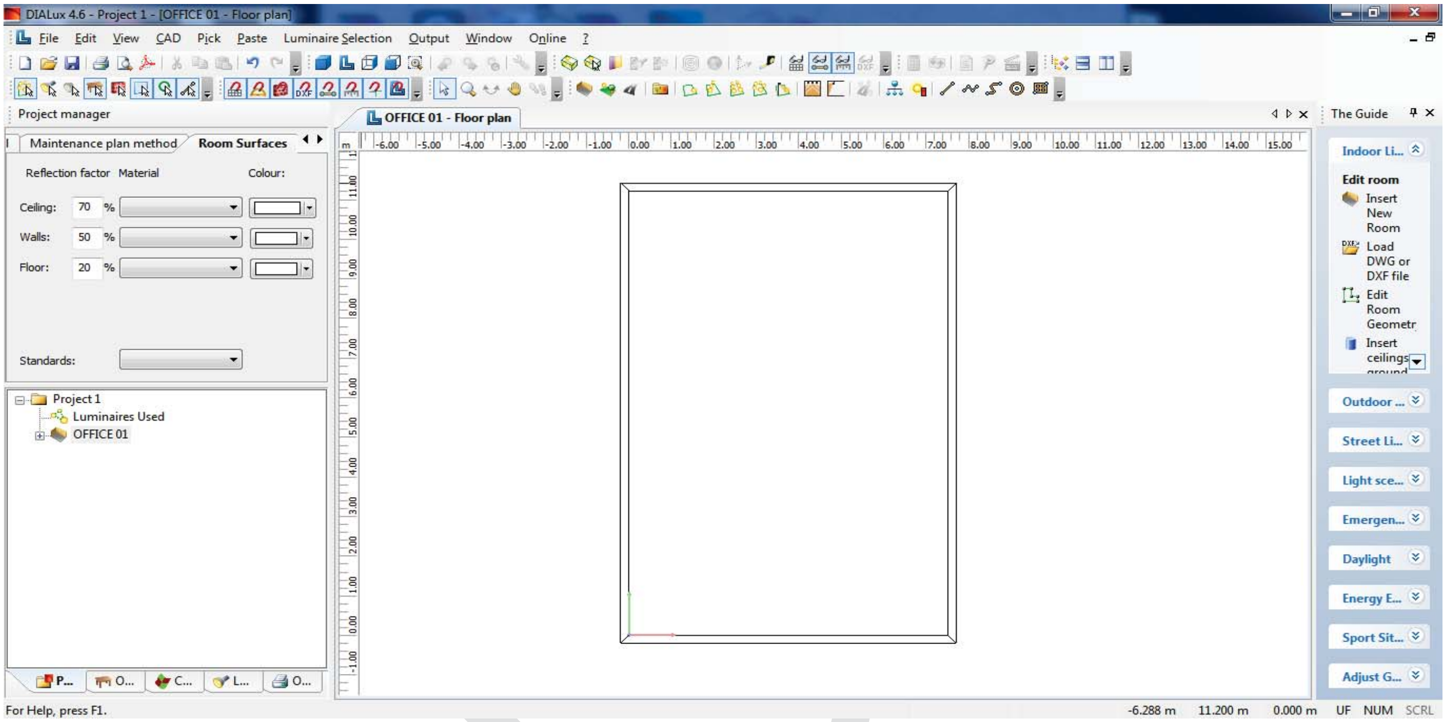
- إدخل اسم الغرفة حسب الرسومات المعمارية.



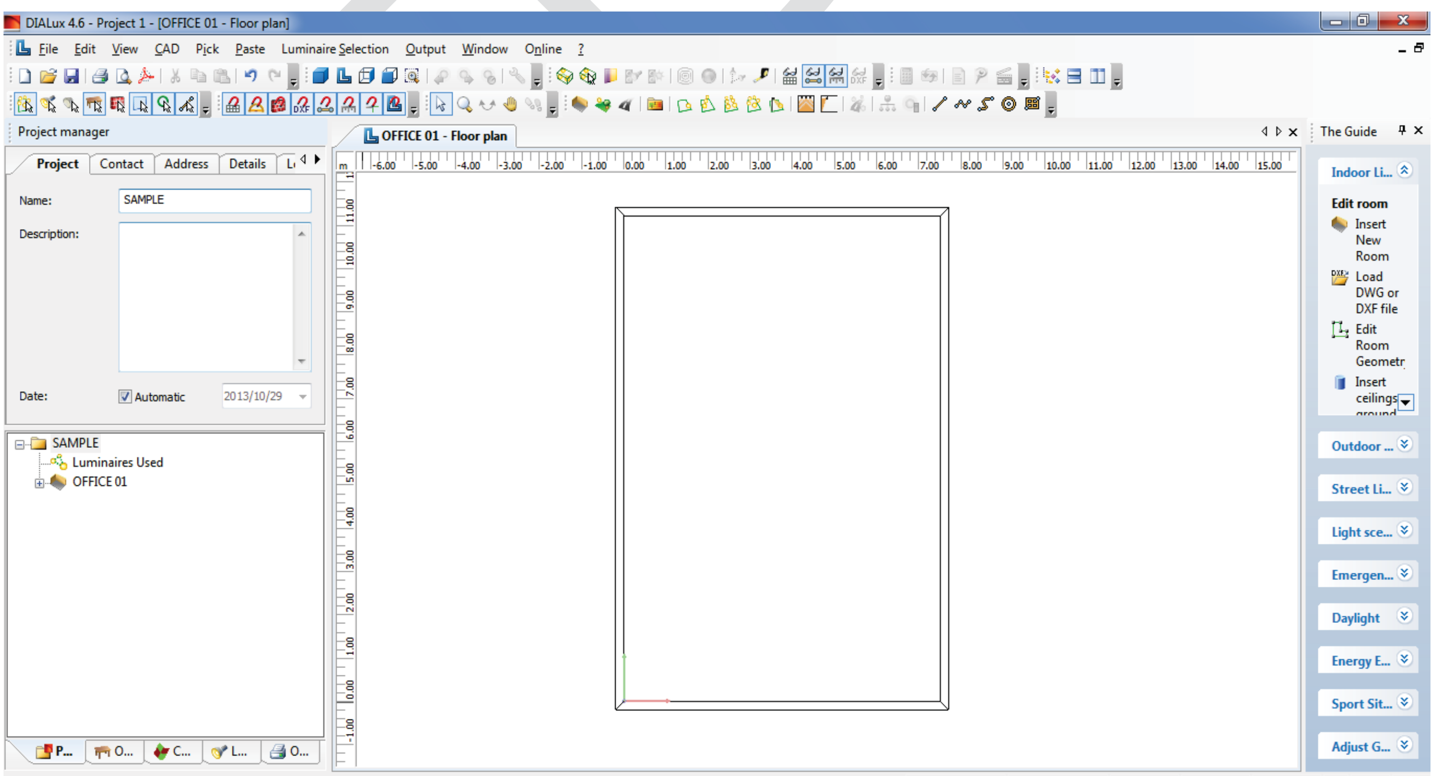
- إدخل معامل الصيانة M.F = 0.8.



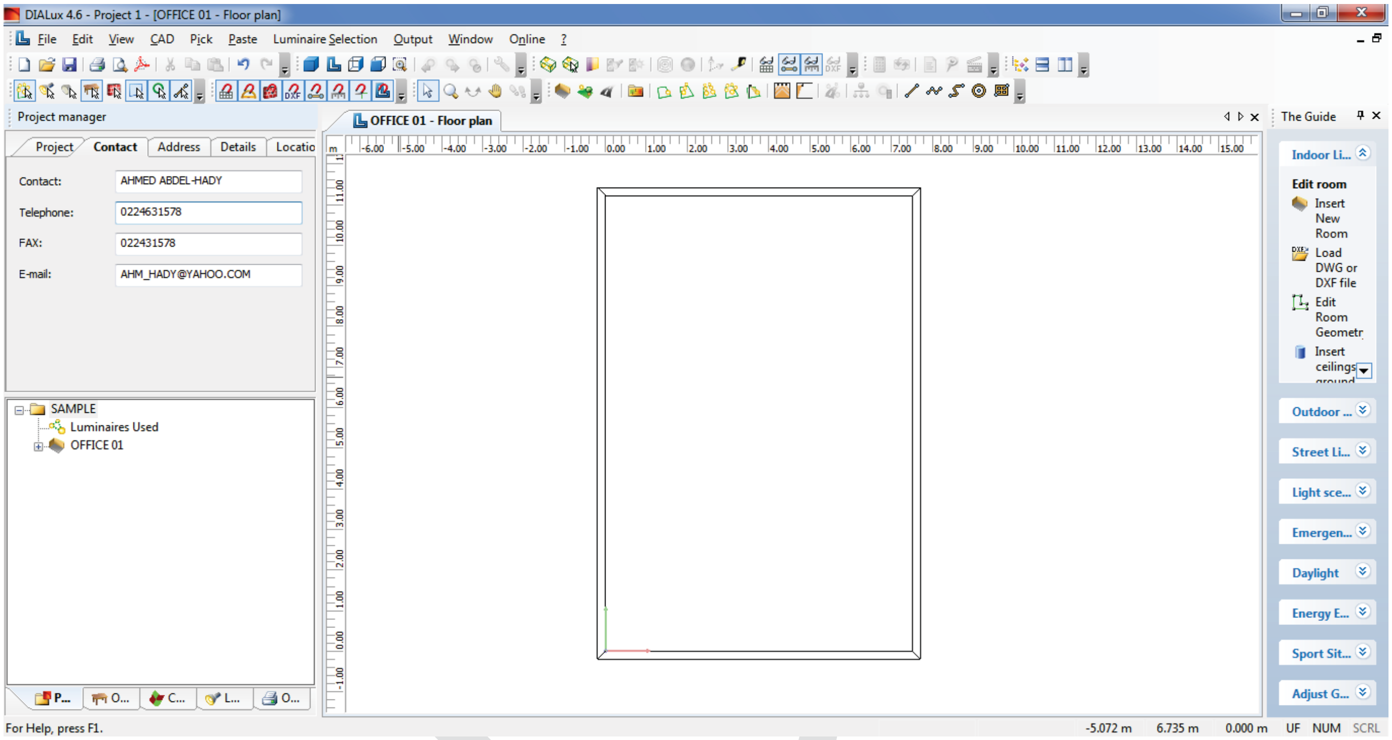
- يتم إختيار معاملات الإنعكاس المناسبة حسب نوع الخامات المستخدمة.



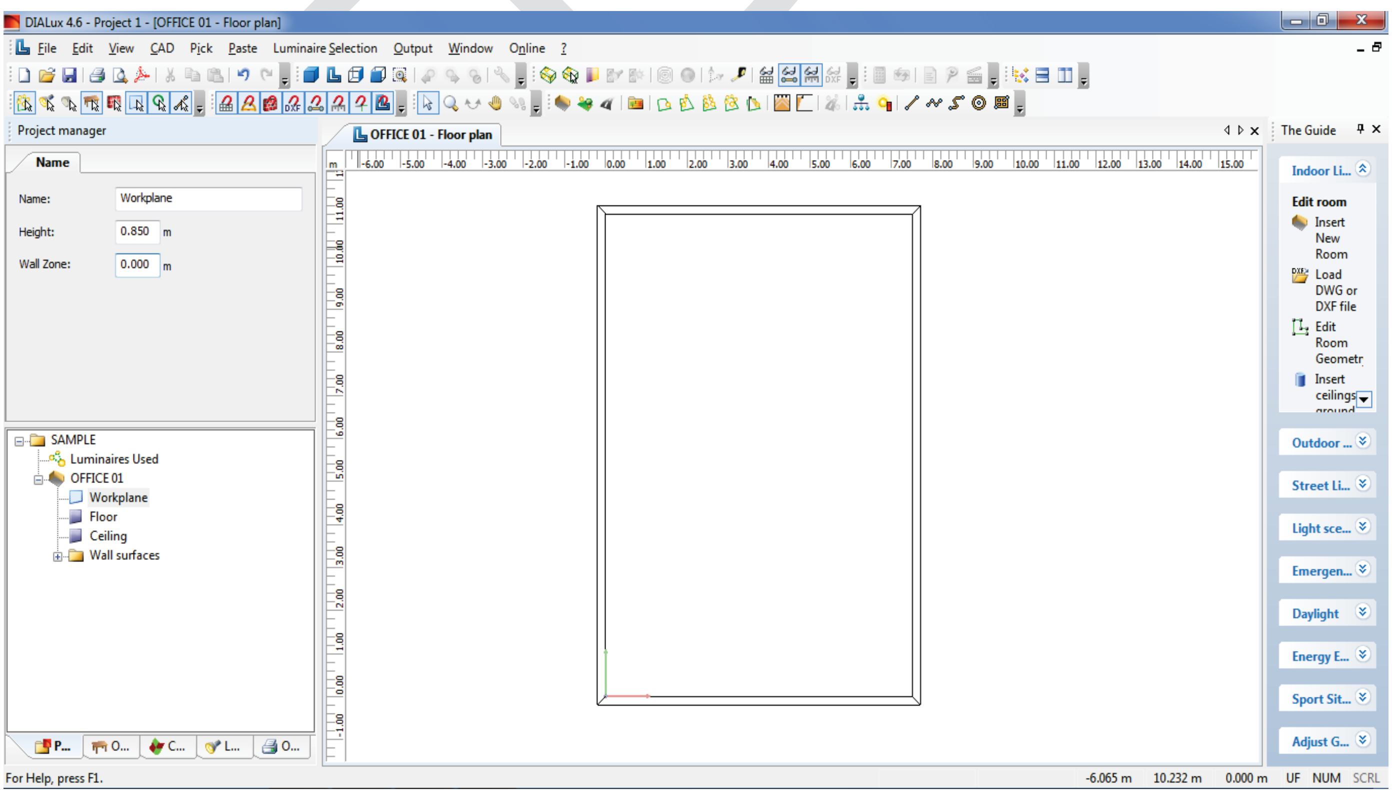
- يتم إضافة أسم المشروع.



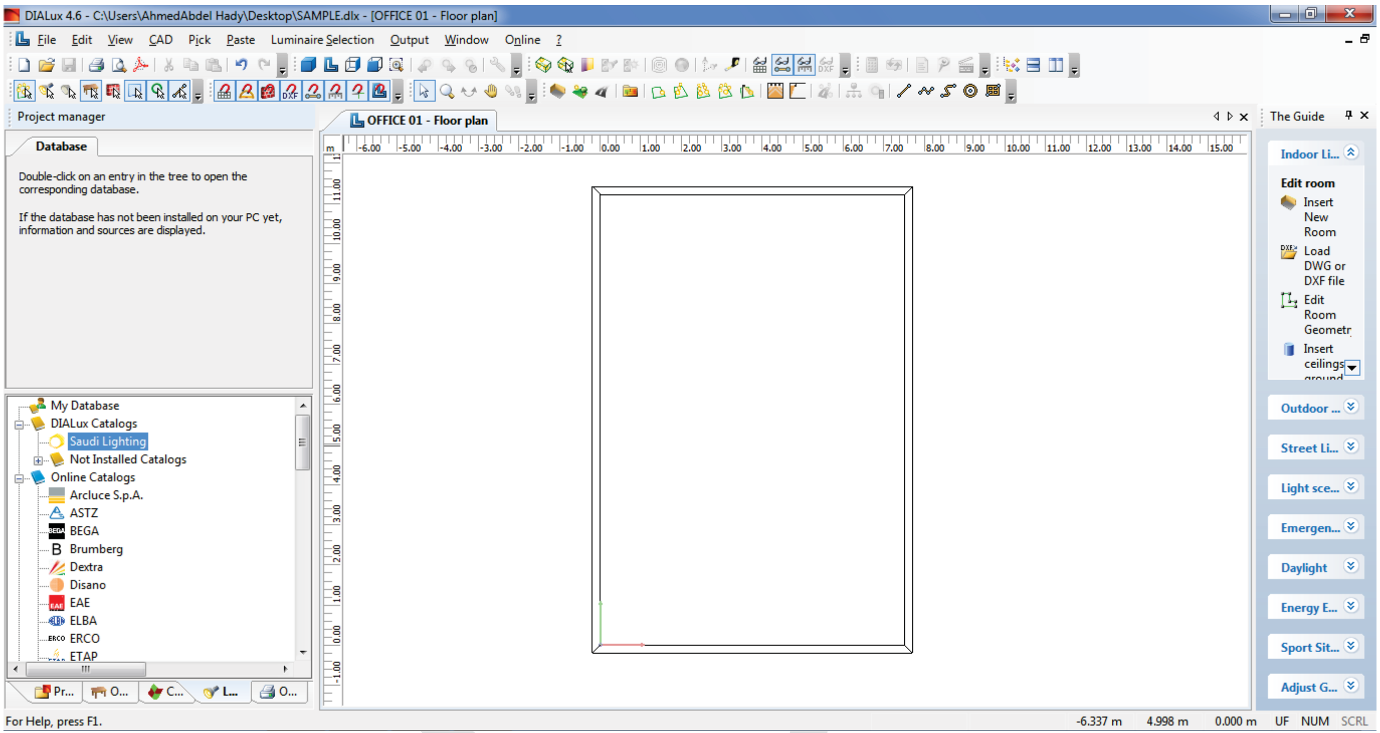
- قم بإدخال البيانات الخاصة بالمصمم.



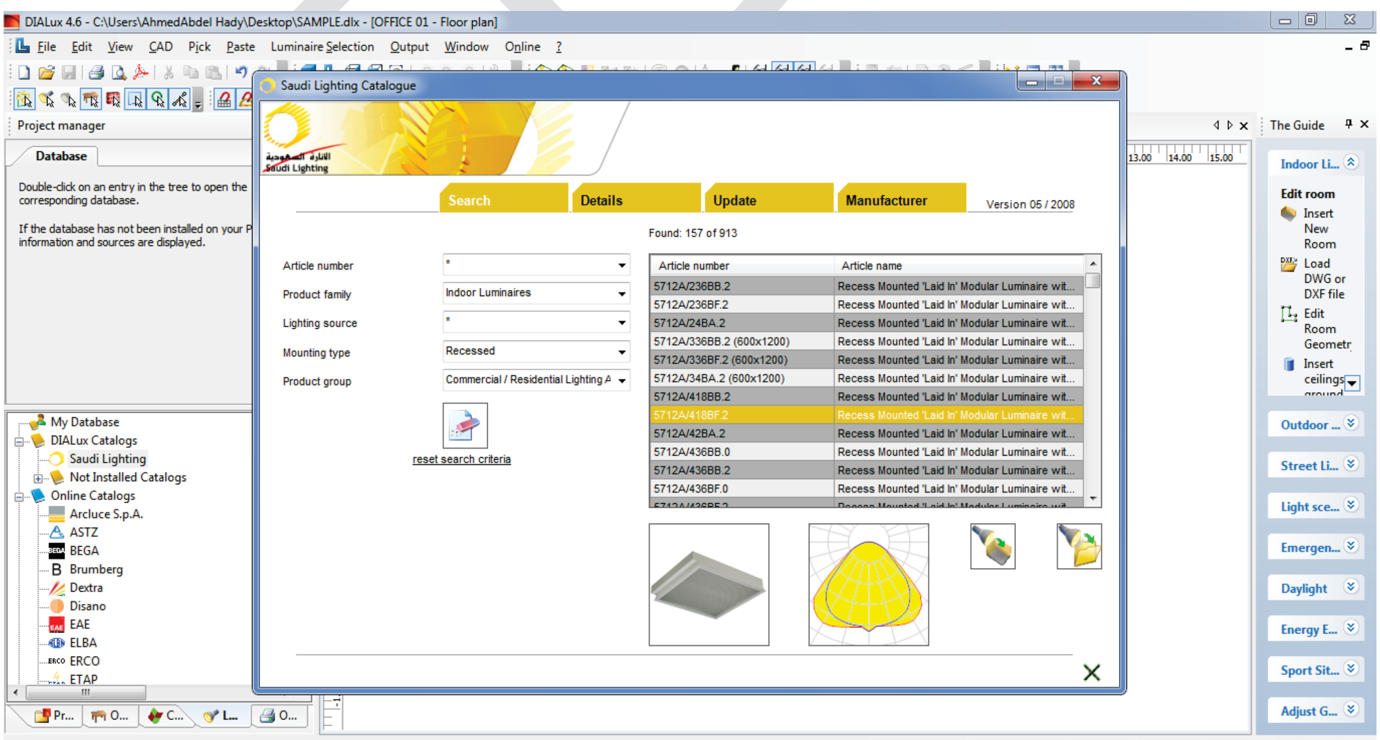
- إدخل ارتفاع مستوي العمل.



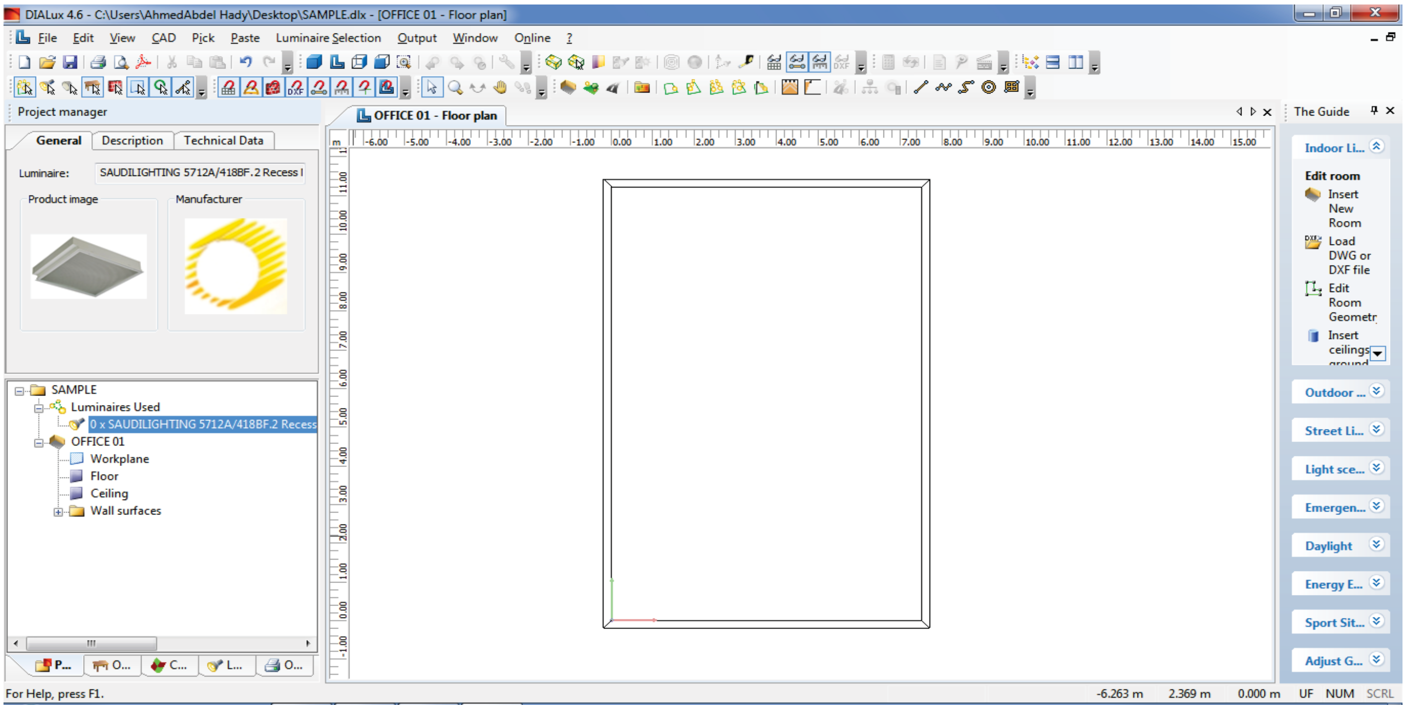
- قم بالضغط علي كاتلوج الإنارة السعودية.



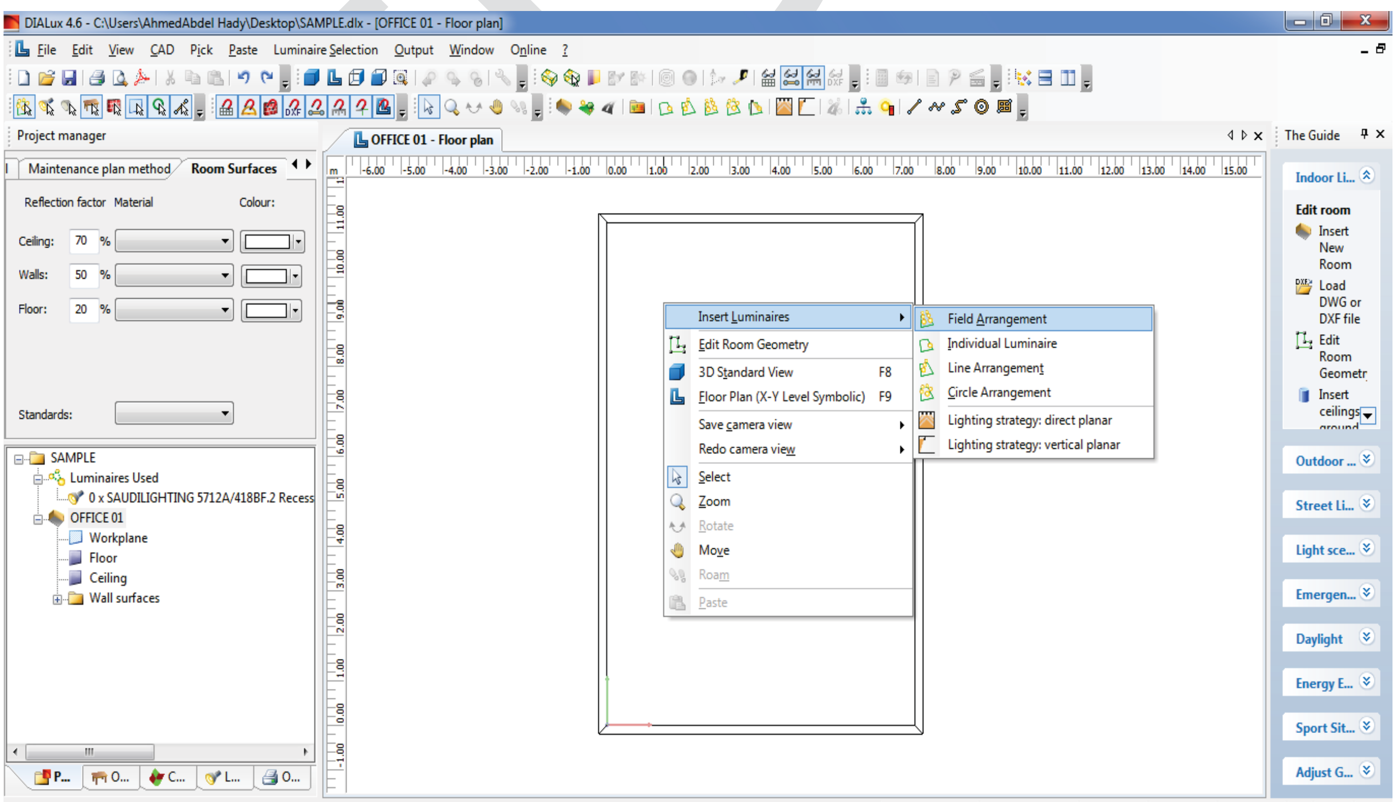
- أختر نوع الكشاف المناسب للفراغ وشكل السقف المعماري.



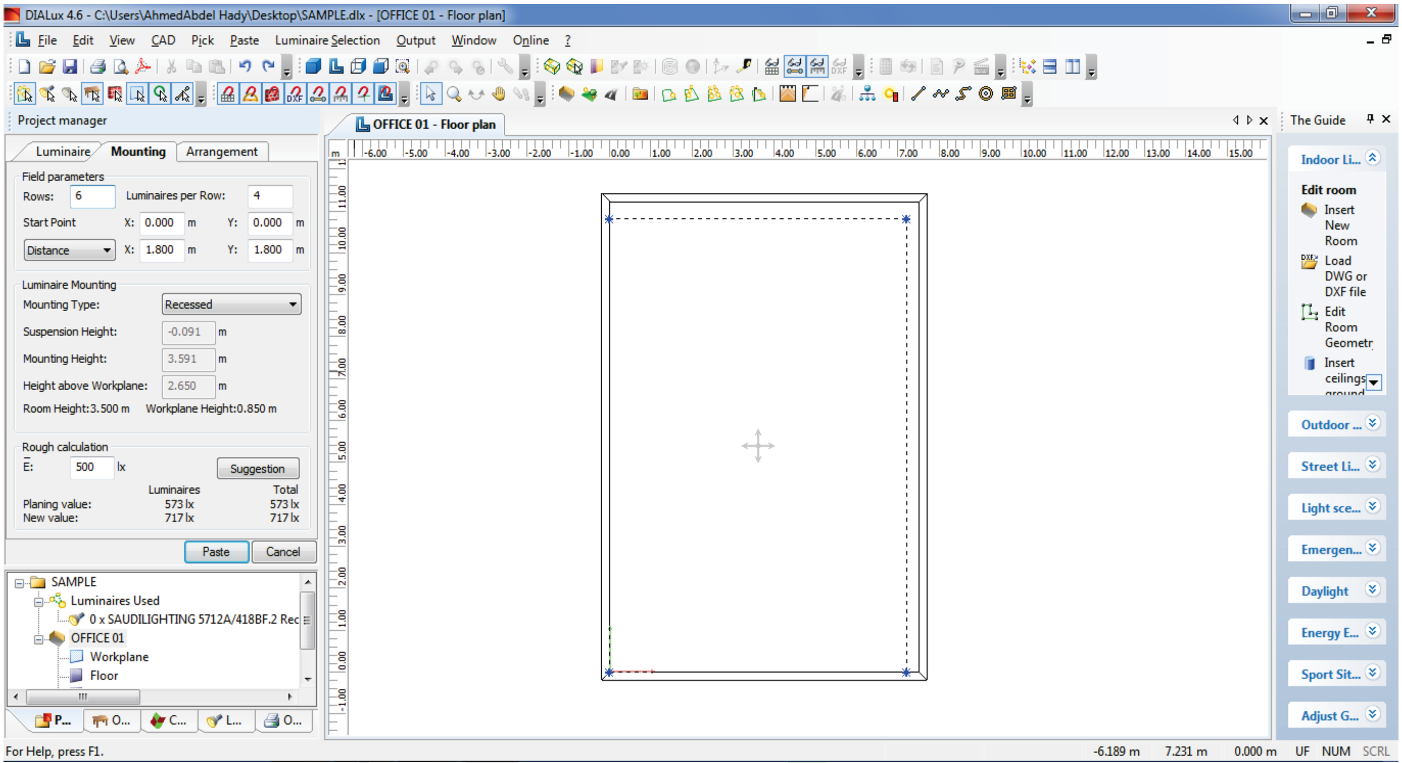
- إضغط علي نوع الكشاف مرتين متتاليتين حتي يظهر في المشروع.



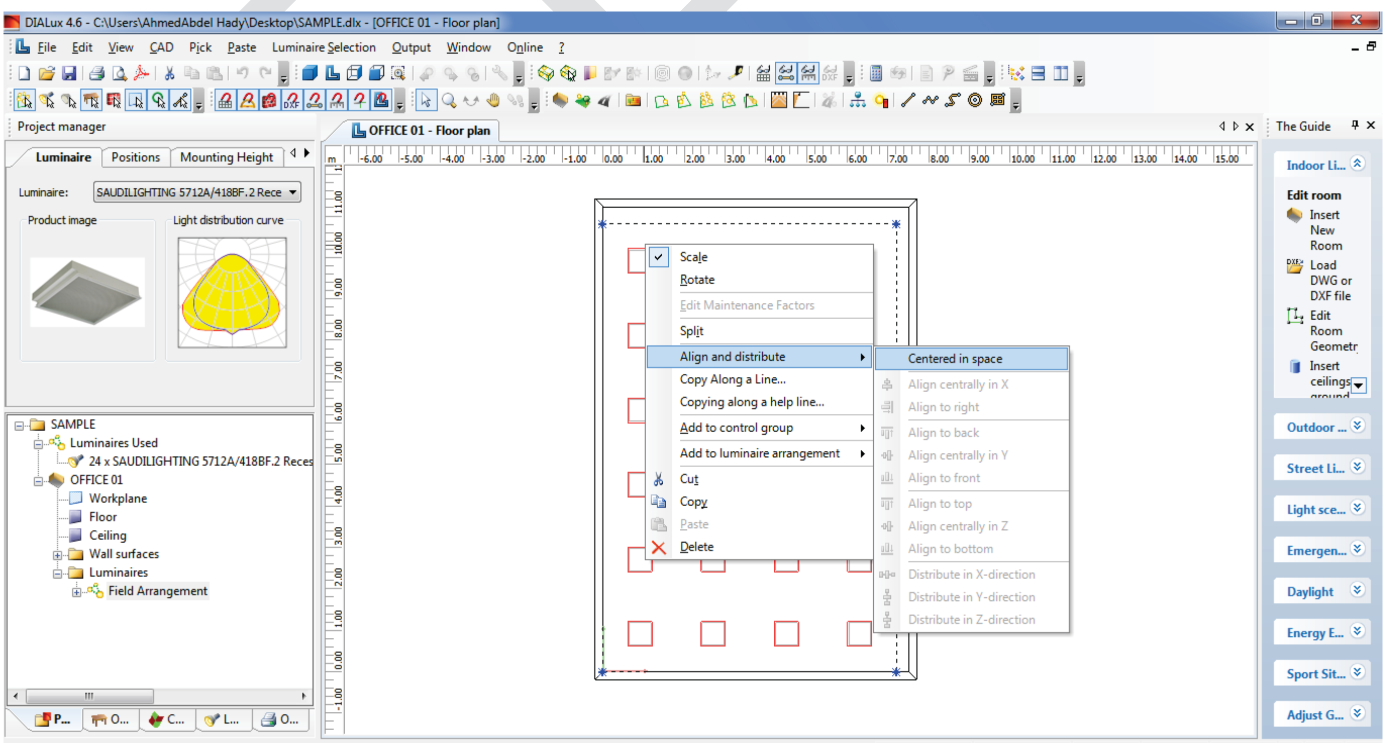
- إضغط علي يمين الفارة و قم بتوزيع الكشافات.



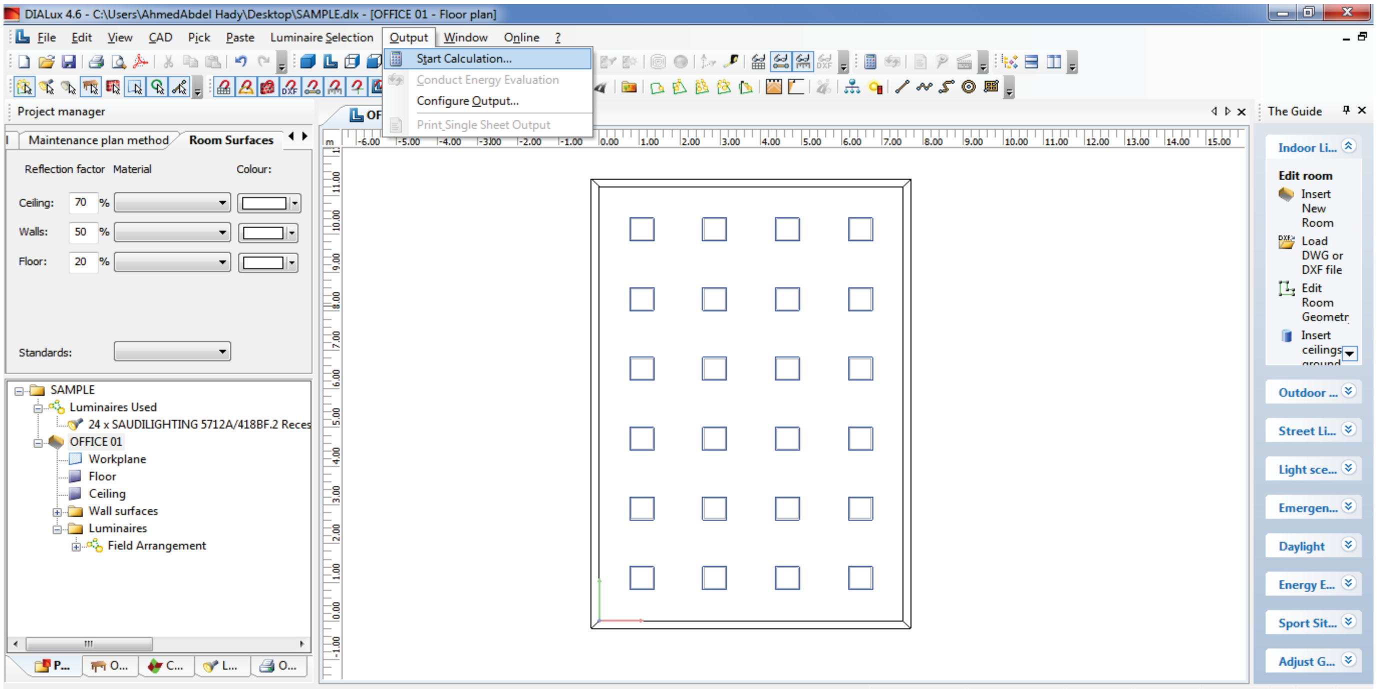
- إدخل عدد الكشافات و الأبعاد المطلوبة أو اترك البرنامج يقترح التوزيع.



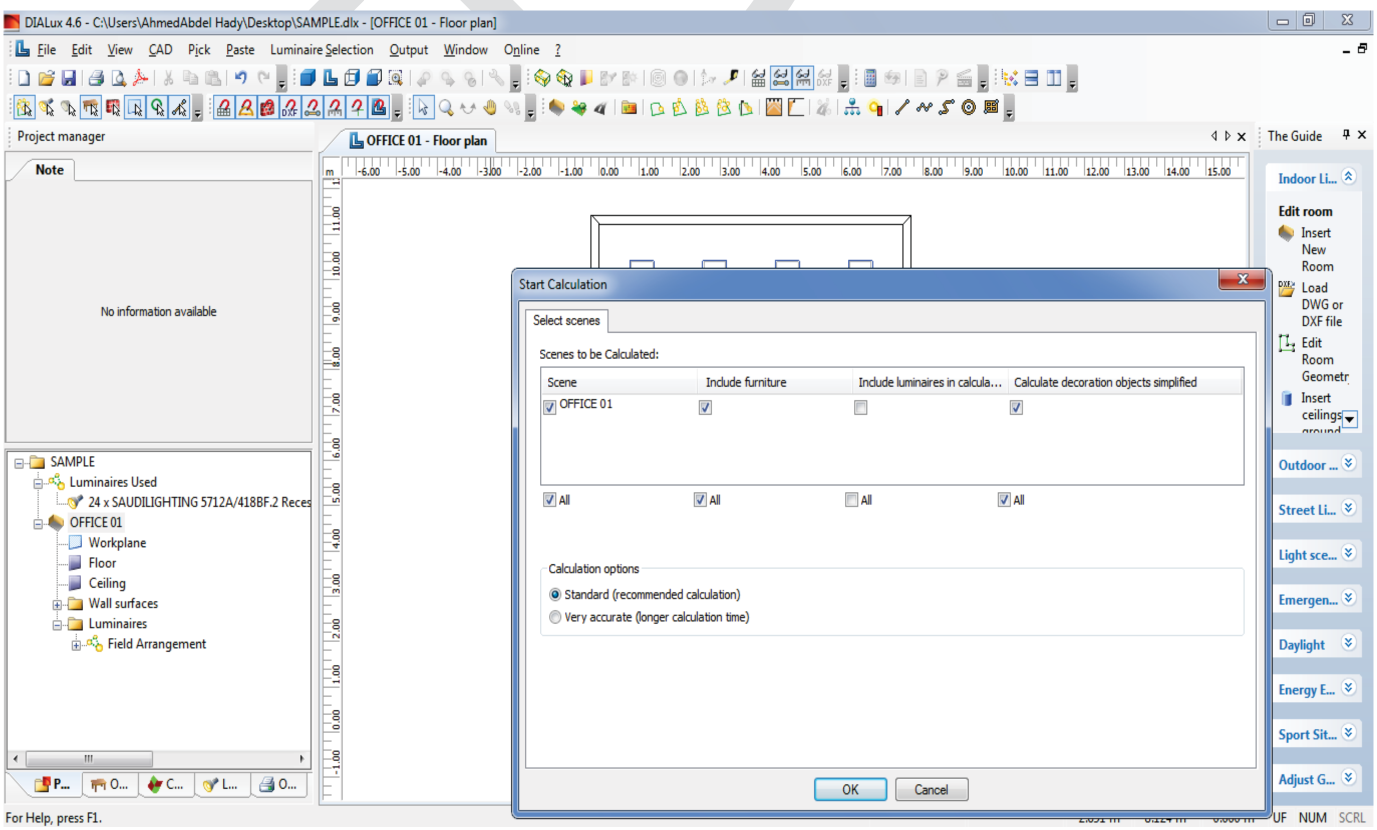
- إضغط علي يمين الفارة و قم بتحريك الكشافات إلي المنتصف.



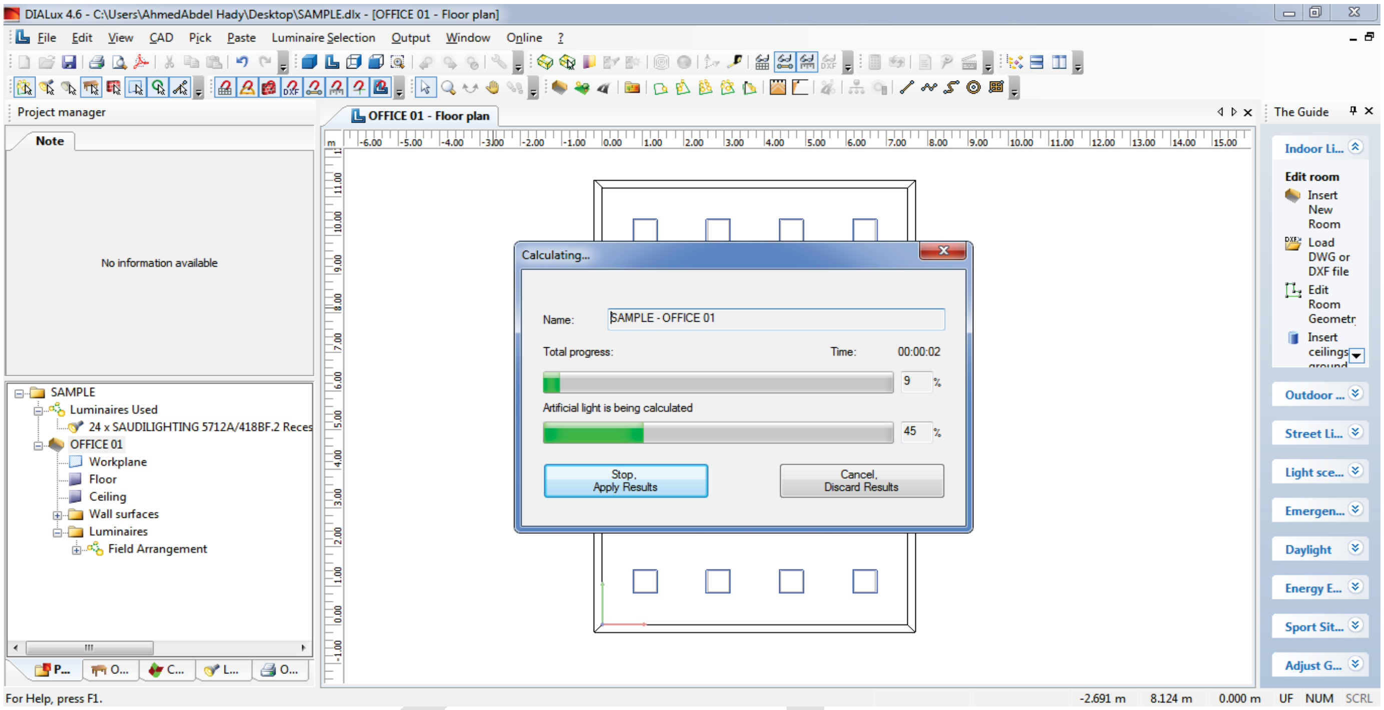
- إبدء الحسابات بإختيار الأمر START CALCULATION.



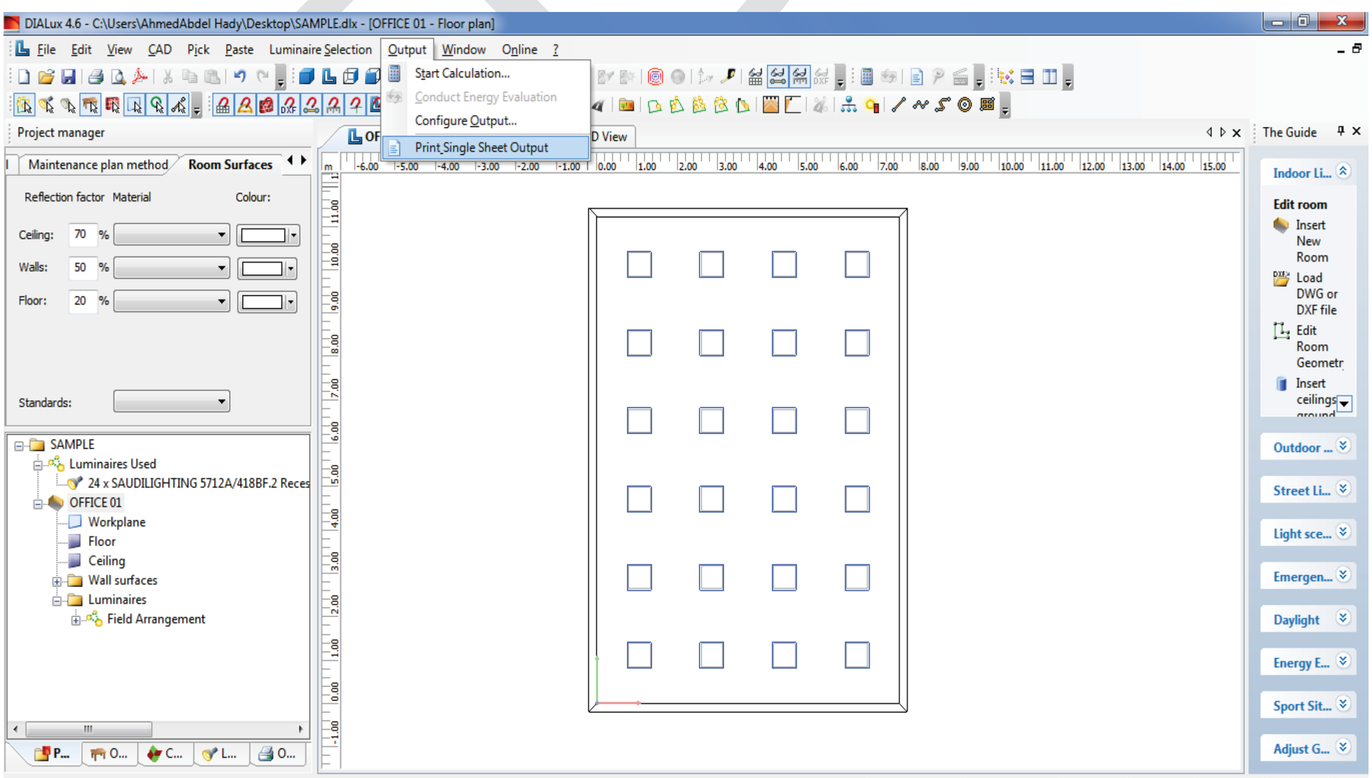
- تأكد من اختيار الغرفة المطلوبة وقم بالضغط علي OK.



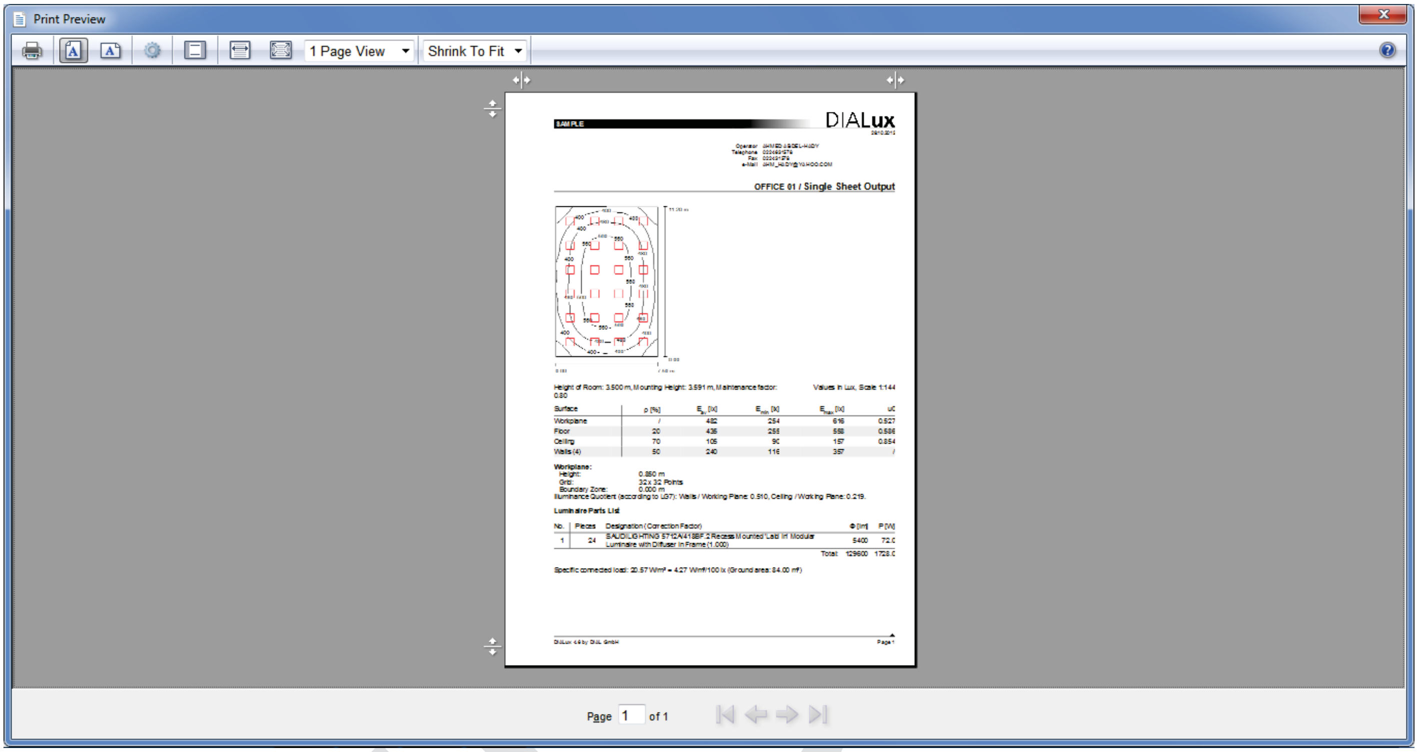
- إنتظر حتي يتم الإنتهاء من الحسابات.



- قم بطباعة الحسابات حتي تظهر علي الشاشة.



- تأكد من تحقيق أفضل نسبة إنتظام UNIFORMITY FACTOR.



11-2 أمثلة تطبيقية لتوزيع وحدات الإنارة بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع وحدات الإنارة علي الرسومات المعمارية.

- تابع التدريب علي حساب شدة الإضاءة للفراغات الغير منتظمة.

12-2 المراحل التى تمر بها الرسومات الكهربية :-

- مرحلة الرسومات التصميميةDESIGN DRAWING وتحتوي علي الأعمال التالية:-

- حسابات تقديرية للمشروع وتصميم مبدئي لغرف الكهرباء.
- تصميم جميع الأنظمة شاملاً الحسابات الفعلية.
- مخططات صواعد القوي و التيار الخفيف.
- جداول الكميات و المواصفات الفنية.
- يتم طرح جميع المستندات للمتناقصين (المقاولين).

- مرحلة رسومات الورشة SHOP DRAWING وتحتوي علي الأعمال التالية:-

- مراجعة مرحلة التصميم شاملاً مراجعة النوتة الحسابية.
- التنسيق بين جميع الأعمال.
- توصيل المخارج باللوحات الخاصة بها.
- إضافة أبعاد لجميع المخارج.
- يتم إرسال الرسومات إلي الموقع للتنفيذ.

- مرحلة الرسومات كما نفذت AS BUILT DRAWING وتحتوي علي الأعمال التالية:-

- نتيجة التعديلات التي تحدث أثناء التنفيذ فإنه يتم تعديل رسومات الورشة كما نفذت بالموقع.

13-2 أهمية التحكم فى الإنارة :-

- تغيير مستوي الإضاءة حسب طبيعة إستخدام المكان.

- الإستفادة بالإضاءة الطبيعية علي مدار اليوم.

- ترشيد إستهلاك الكهرباء.

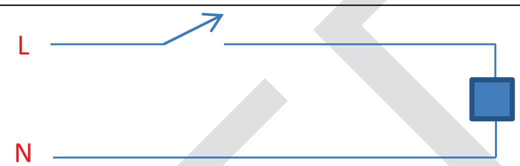
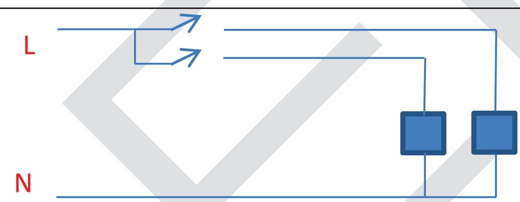
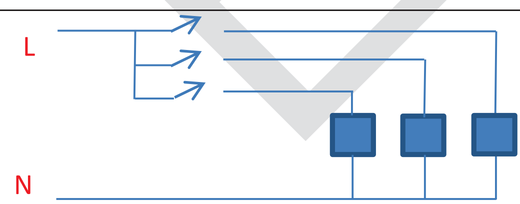
14-2 أنواع التحكم فى الإنارة بالطرق اليدوية :-

يجب أن تكون المفاتيح مقننة لقيم الجهد والتيار حسب الشركة المصنعة علي سبيل المثال 250 فولت 10 و 13 و 16و 20 أمبير، وأنواع المفاتيح اليدوية كالتالي:-

- مفاتيح إتجاه واحد ONE WAY SWITCH وتنقسم إلي الأنواع التالية:-

- مفتاح واحد في نفس المخرج ONE GANG SWITCH .
- مفتاحين في نفس المخرج TWO GANG SWITCH .
- ثلاث مفاتيح في نفس المخرج THREE GANG SWITCH .

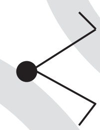
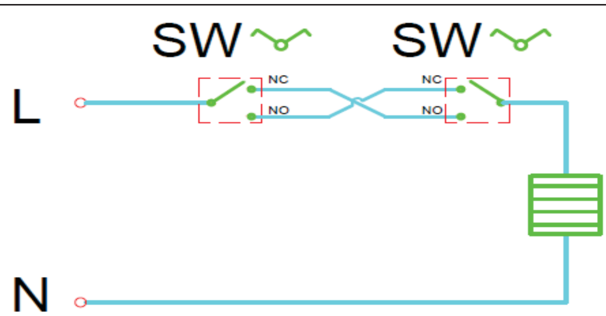
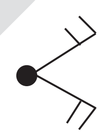
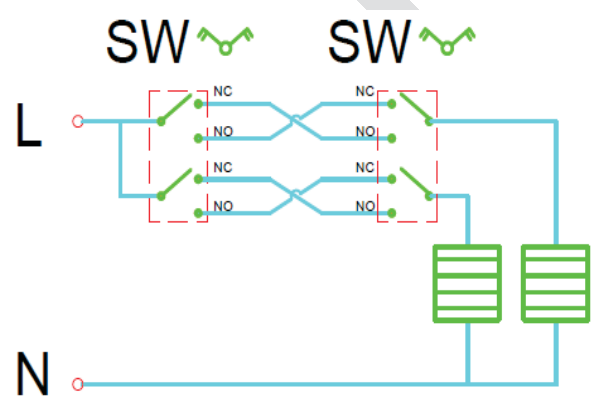
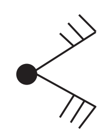
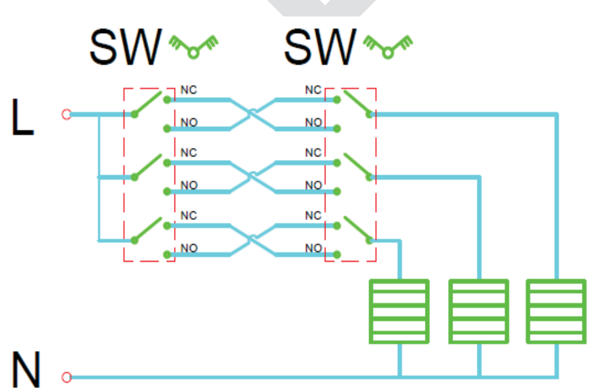
الجدول التالي يوضح طرق توصيل أنواع مفاتيح الإتجاه الواحد:-

تسلسل	أنواع المفاتيح	الرمز	طريقة التوصيل
1	مفتاح واحد إتجاه واحد		
2	مفتاحين إتجاه واحد		
3	ثلاثة مفاتيح إتجاه واحد		

- مفاتيح إتجاهين TWO WAY SWITCH وتنقسم إلي الأنواع التالية:-

- مفتاح واحد في نفس المخرج ONE GANG SWITCH .
- مفتاحين في نفس المخرج TWO GANG SWITCH .
- ثلاث مفاتيح في نفس المخرج THREE GANG SWITCH .

الجدول التالي يوضح طرق توصيل أنواع مفاتيح الإتجاهين :-

تسلسل	أنواع المفاتيح	الرمز	طريقة التوصيل
4	مفتاح واحد إتجاهين		
5	مفتاحين إتجاهين		
6	ثلاثة مفاتيح إتجاهين		

15-2 تطبيق عملى بإستخدام الأوتوكاد:-

بعد ما تم الإنتهاء من توزيع وحدات الإنارة لنموذج المشروع في المحاضرة السابقة سوف يتم التعرف علي كيفية إستكمال توصيل وحدات الإنارة ببعضها وأيضا إضافة مفاتيح للإنارة و توصيلها بوحدات الإنارة الخاصة بها:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية التوصيل بين وحدات الإنارة وبين المفاتيح ووحدات الإنارة علي الرسومات المعمارية.

- تعرف علي كيفية تصميم وتوزيع الإنارة في حالة وجود مولد.

- تعرف علي كيفية إختياروتوزيع علامات الخروج.

- سوف يتم التعرف لاحقاً علي شرح كيفية تغذية الإنارة الداخليه.

16-2 درجة الحماية (Protection Degree) :-

- تعريف درجة الحماية لوحدات الإنارة مثل تعريف درجة الحماية لأي معدة.

- وتوضح درجة الحماية علي النحو التالي (IP XY)، حيث يوضح الرقم الاول(X) بعد الحرفين (IP) بالحماية ضد المواد الصلبة و الأتربة والرقم الثاني (Y) يوضح الحماية ضد الأبخرة و السوائل.

الجدول التالي يوضح درجة الحماية ضد الأتربة و المواد الصلبة :-

الرقم الأول (X)	الدلالة
0	غير محمي.
1	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 50 مم.
2	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 12.5 مم.
3	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 2.5 مم.
4	محمي ضد الأشياء الصلبة التي تزيد قطرها عن 1 مم.
5	محمي ضد دخول الأتربة (لا يمنع دخول الأتربة بشكل نهائي).
6	محمي تماماً ضد دخول الأتربة نهائياً.

الجدول التالي يوضح درجة الحماية ضد السوائل و الأبخرة :-

الرقم الأول (Y)	الدلالة
0	غير محمي.
1	محمي ضد تساقط المياة أو السوائل رأسياً.
2	محمي ضد تساقط المياة أو السوائل في حالة إن المعدة مائلة حتي 15درجة.
3	محمي ضد تساقط المياة أو السوائل في حالة إن المعدة مائلة حتي 60درجة.
4	محمي ضد الرش بالمياة.
5	محمي ضد الرش بالمياة برشاش.
6	محمي ضد الرش بالمياة بقوة أكثر من السابق.
7	المعدة محمية ضد دخول المياة الضارة عند غمرها بالماء تماماً تحت ضغط ولمدة محددة بمعرفة المنتجين.
8	المعدة مناسبة لأستمرارعملها وأدائها تحت الماء في ظروف ضغط يحدد بواسطة المنتجين.

- ونستفيد مما سبق إن كل وحدة إنارة لها درجة حماية تتكون من رقمين.

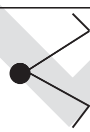
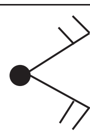
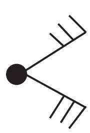
- يتم تحديد درجة الحماية حسب طبيعة إستخدام المكان، ويتم تحديد أيضا مكان إستخدام وحدة الإنارة داخلية ام خارجية.

- ولسهولة إختيار الكشاف فإن الشركات المصنعة حددت درجة الحماية حسب طبيعة إستخدام المكان (راجع كاتلوج الإنارة السعودية) فعلي سبيل المثال درجة الحماية للمكاتب و غرف الإجتماعات تكون IP-20 وبالنسبة للحمامات و المطابخ الصغيرة لا تقل عن IP-44 والإستخدام الخارجي لا يقل عن IP-65 .

17-2 كيفية توصيف وحدات الإنارة:-

بعد الإنتهاء من تصميم نموذج المشروع السابق، يجب إعداد جدول لتوصيف وحدات الإنارة و المفاتيح المستخدمة في المشروع وهي كالتالي:-

LIGHTING FIXTURE TYPE	LIGHTING FIXTURE SYMBOL	LIGHTING FIXTURE DESCRIPTION
A		Recessed Mounted Indoor Luminaire for Fluorescent Lamps with 4X18W, 220V, 50HZ, IP-20. With aluminum louvers. For offices
B		Recessed Mounted Indoor Downlight for compact Fluorescent Lamps with 2X26W, 220V, 50HZ, IP-20. For corridors
B1		Ditto as type B, but with 1x18W, IP-44. For toilets
C		Recessed Mounted Indoor Downlight for Halogen Lamp with 1X50W, 220V, 50HZ, IP-20.For meeting room

LIGHTING FIXTURE TYPE	LIGHTING FIXTURE SYMBOL	LIGHTING FIXTURE DESCRIPTION
D		Surface Mounted Luminaire for Fluorescent Lamps with 2X36W, 220V, 50HZ, IP-20.For electrical rooms
F		Wall Mounted Decorative Luminaire for compact Fluorescent Lamps with 1X26W, 220V, 50HZ, IP-20. For stairs
G		Ceiling/Wall Mounted Exit sign for Fluorescent Lamps With 1X8W, 220V, 50HZ, IP-20. Equipped with 1.5hr back-up battery.
Sw1		Wall Mounted Single Gang, One Way Lighting Switch.220V, 13A.
Sw2		Wall Mounted double Gang, One Way Lighting Switch.220V, 13A.
Sw3		Wall Mounted triple Gang, One Way Lighting Switch.220V, 13A.
Sw4		Wall Mounted Single Gang, Two Way Lighting Switch.220V, 13A.
Sw5		Wall Mounted double Gang, Two Way Lighting Switch.220V, 13A.
Sw6		Wall Mounted triple Gang, Two Way Lighting Switch.220V, 13A.

الإنارة الخارجية

18-2 أنواع المصابيح المستخدمة فى الإنارة الخارجية :-

- مصباح تفريغ كهربي عالي الضغط High Intensity Discharge Lamps (HID).

مجموعة عامة من المصابيح تحتوي علي مصابيح عالية الضغط من الزئبق، الهاليد المعدني وبخار الصوديوم ويكون القوس الكهربي المنتج للضوء بها مستقراً عن طريق درجات حرارة البصيلة التي بها يكون التحميل الجداري أكبر من 3 وات/سم2، وأشهر قدرات للمبات 70 و 100 و 150 و 250 و 400 و 1000 وات.

وتحتوي علي المصابيح التالية:

- مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض Low Pressure Sodium (LPS)

يتميز بأعلي كفائة ضوئية تصل إلي 100-185 لومن/وات، ويتميز باللون الأصفر ولكن يتسبب في إنعدام إظهار الألوان. يكون البهر الناتج من هذة المصابيح أقل إيذاءاً للعين منه في المصابيح الأخري.ولذلك يستخدم في الطرق الرئيسية و السريعة.

- مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي High Pressure Sodium (HPS)

يختلف عن مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض بكفائه ضوئية أقل تتراوح بين 72-115 لومن/وات، ولذلك يستخدم في الطرق السكنية و الشوارع الجانبية ويستخدم أحياناً في الطرق السريعة.

- مصابيح الهاليد المعدني Metal Halide Lamps

يختلف عن مصابيح الصوديوم بكفائة ضوئية أقل تتراوح بين 38-75 لومن/وات، ويتميز باللون الأبيض، يتميز بأمانة إظهار ألوان ممتازة ولذلك يستخدم في إنارة الملاعب وواجهات المباني.

- مصباح إنارة غامرة Flood Light Lamp.

مصباح ذوعاكس عريض الشعاع، تتراوح زاوية الشعاع الضوئي الصادرعنه ما بين (120-18) درجه.

- مصباح توهجي Incandescent Lamp.

مصباح ضوءة ناتج من فتيلة مسخنة إلي درجة التوهج بتمرير تيار كهربائي فيها، وتستخدم فتيلة التنجستين في معظم المصابيح.

الجدول التالي يوضح مقارنة بين أنواع اللمبات المختلفة التي تستخدم في الإنارة الداخلية و الخارجية:-

	Lamp Type				
Factor	**Incandescent**	**Fluorescent**	**Metal Halide**	**High-Pressure Sodium**	**Low-Pressure Sodium**
Wattage	25-150	18-95	50-400	50-400	18-180
Output (Lumens)	210-2700	1000-7500	1900-30000	3600-46000	1800-33000
Efficiency (Lumens/watt)	8-18	55-79	38-75	72-115	100-183
Lumen Maintenance (%)	90 (85)	85 (80)	75 (65)	90 (70)	100 (100)
Lamp Life (hours)	750-2000	10000-20000	10000-20000	18000-24000	16000
Energy Use	High	Medium	Medium	Low	Lowest
Color Rendition	Good	Good	Good	Moderate	None*

* Lamp most commonly used in general outdoor lighting (not including sports lighting).

19-2 تصميم الإنارة الخارجية:-

فيما يلي جدول يوضح إختيار وحدات الإنارة الخارجية حسب نوع و إستخدام المكان:-

تسلسل	طبيعة المكان	نوع الكشافات واللمبات الملائمة لكل مكان	صور توضح الكشافات الملائمة لكل مكان
1	واجهات المباني وأسفل الأشجار	كشافات غائرة في الأرض وتوجه الإنارة إلي أعلي ويمكن إستخدام لمبات ميتال هاليد أو صوديوم ضغط عالي، حسب لون الإنارة المطلوبة ودرجة الحماية علي الأقل IP-65.	
2	الممرات و الحدائق ومناطق الإنتظار	بولارد بإرتفاع 80 سم ويمكن إستخدام لمبات ميتال هاليد أو صوديوم ضغط عالي او لمبات متوهجة، حسب لون الإنارة المطلوبة ودرجة الحماية علي الأقل IP-65.	

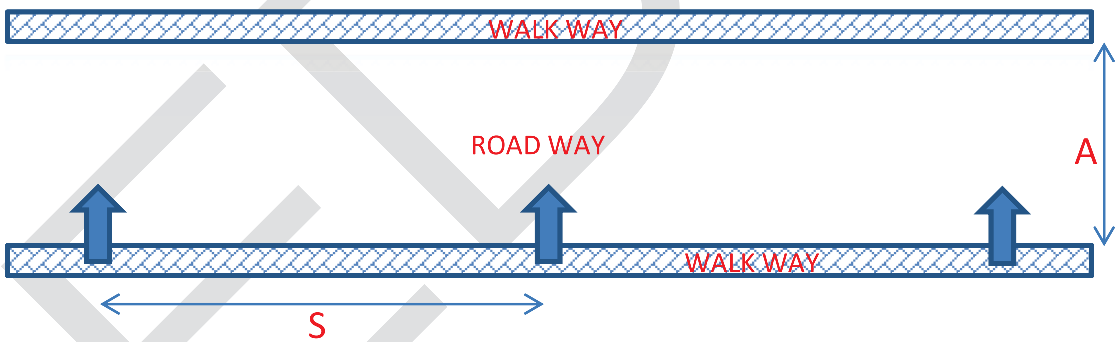
صور توضح الكشافات الملائمة لكل مكان	نوع الكشافات واللمبات الملائمة لكل مكان	طبيعة المكان	تسلسل
	كشافات دائرية تثبت فوق الأسوار ويمكن إستخدام لمبات متوهجة أو صوديوم ضغط عالي، حسب لون الإنارة المطلوبة ودرجة الحماية علي الأقل IP-54.	فوق الأسوار	3
	كشاف مزود بشوكة للتثبيت في الأرض ويستخدم لمبات متوهجة ودرجة الحماية علي الأقل IP-65.	إنارة الزرع	4
	أعمدة إنارة بارتفاعات مختلفة و يمكن إستخدام لمبات الصوديوم ذات الضغط العالي أو المنخفض كما تم ذكرها سابقاً ودرجة الحماية علي الأقل IP-65. يتم إختيار إرتفاع العمود حسب عرض الطريق كما سيتم التعرف علي تصميم إنارة الطرق بالتفصيل.	إنارة الطرق	5

20-2 إنارة الطرق:-

- يتم إختيار إرتفاع العمود المناسب لعرض الطريق من كتالوج الإنارة.
- يفضل أن يكون إرتفاع العمود مساوي لعرض الطريق، وسوف نتعرف علي الحالات التي يكون فيها عرض الطريق أكبر من إرتفاع العمود.
- يتم توزيع المسافات بين الأعمدة حتي تكون ثلاثة أضعاف الي أربعة أضعاف إرتفاع العمود.
- كلما زاد إرتفاع العمود تزداد قدرة الكشاف.
- بعض الكاتلوجات الفنية يتم تحديد المسافات المقترحة لكل نوع من أعمدة الإنارة و عرض الطريق المناسب.

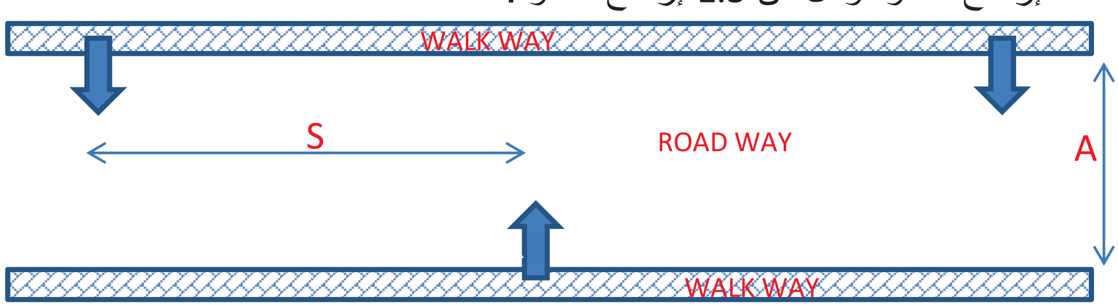
فيما يلي نماذج توضح أشهر أشكال الطرق المختلفة و طريقة إنارتها :-

- إنارة الطريق من إتجاة واحد، وتكون في حالة أن عرض الطريق أقل من أو يساوي إرتفاع العمود.



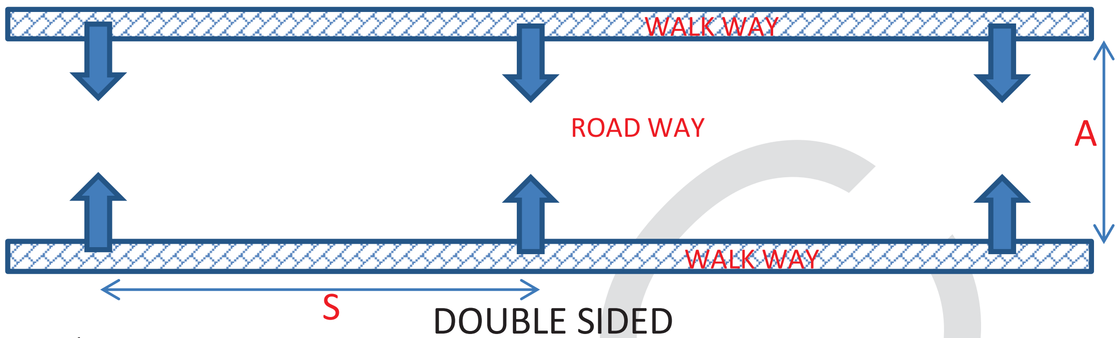
SINGLE SIDED

- إنارة الطريق من إتجاهين بشكل متعرج، وتكون في حالة أن عرض الطريق أكبر من إرتفاع العمود واقل من 1.5 إرتفاع العمود.



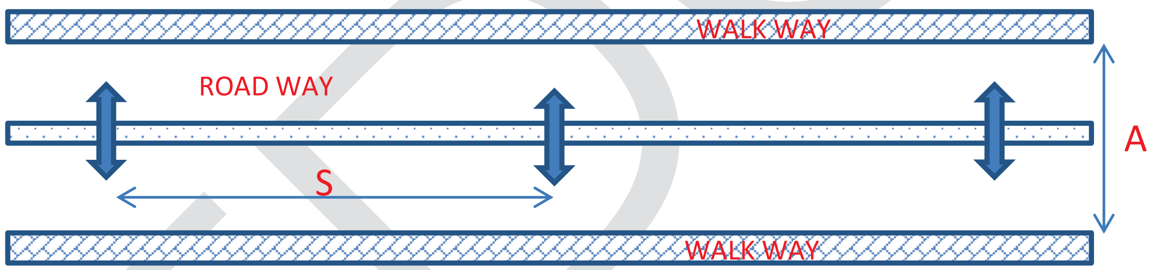
DOUBLE SIDED WITH OFFSET

- إنارة الطريق من إتجاهين، وتكون في حالة أن عرض الطريق أكبر من 1.5 إرتفاع العمود وأقل من ضعف إرتفاع العمود ولا يوجد جزيرة فاصلة بين الطريقين.



DOUBLE SIDED

- إنارة الطريق من وسط الطريق من خلال عمود بذراعين، وتكون في حالة أن عرض الطريق أكبر من 1.5 إرتفاع العمود وأقل من ضعف إرتفاع العمود و يوجد جزيرة فاصلة بين الطريقين.



MEDIAN

21-2 مستويات شدة الإضاءة للطرق باللوكس:-

فيما يلي جدول يوضح شدة الإضاءة ، ويمكن استخدام أي من الأكواد العالمية أو المحلية لتحديد شدة الإضاءة حسب طبيعة المشروع و حسب متطلبات العميل:-

حركة مرور المشاة	وصف الطرق بدلالة ازدحام السيارات (حركة المرور)			
	حركة مرور خفيفة جداً	حركة مرور خفيفة	حركة مرور متوسطة	حركة مرور كثيفة
كثيف	9.9	13.2	16.5	19.8
متوسط	6.6	9.9	13.2	16.5
خفيف أو منعدم	3.3	6.6	9.9	13.2

22-2 خطوات تصميم إنارة الطرق:-

- يتم حساب المسافة بين الأعمدة (S) من المعادلة التالية:

$$S = \frac{\text{LM X U. F X M. F}}{\text{E X A}}$$

E : شدة الإضاءة المطلوبة (LUX).

A : عرض الطريق (متر).

U.F : معامل الإستفادة.

M.F : معامل الصيانة.

LM : كمية الإشعاع المرئي المنبعث من مصدر الضوء.

- قم بفتح ملف الإكس رف من داخل فولدر EDC الموجود علي سطح المكتب.
- قم بقياس عرض الطريق A= 5m .
- حسب جدول شدة الإضاءة E= 9.9 LUX .
- يتم إفتراض M.F=0.6 و U.F=0.3 .
- يتم إختيار نوع كشاف مناسب للطرق إرتفاع 5-6 متر (7418) 70 وات اللومن 5600.
- بالتعويض في المعادلة :-

$$S = \frac{\text{5600 X 0.3 X 0.6}}{9.9\ X\ 5} = 20\ \text{m}$$

23-2 تطبيق عملى بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية تصميم الإنارة الخارجية لنموذج الموقع العام الموجود داخل فولدر EDC .

- سوف يتم التعرف لاحقاً علي طريقة التحكم في الإنارة في المحاضرة بعد القادمه مع شرح طريقة تغذية الإنارة الخارجية.

Expertise For Designing & Consulting .

الباب الثالث

تصميم مخارج القوي وحسابات الأحمال

مقدمة

أهمية حسابات الأحمال التقديرية للمشروع

- تحديد أماكن وأبعاد غرف الكهرباء.
- تحديد أماكن ومقاسات الفتحات المطلوبه للكابلات.
- معرفة سعة المحول والمولد .
- وضع الإقتراحات المختلفة لغرف المحولات و الموافقة عليها من شركة الكهرباء.

أنواع الأحمال الكهربية للمشاريع الهندسية

- أحمال الإنارة:-
  - وهي عبارة عن أحمال أي وحدات إنارة سواء كانت داخلية أو خارجية وتشمل إنارة الطواريء.
- أحمال مخارج القوي:-
  - وتشمل جميع مخارج القوي (المقابس) التي تستخدم لتغذية الأجهزة المختلفة مثل الكمبيوتر و التليفزيونات و الشواحن والطابعات وأي أجهزة كهربائية ماعدا المكيفات و السخانات و مضخات المياه والصحي.
- أحمال التكييف:-
  - وتشمل أحمال المكيفات والدفايات و الشفاطات بجميع أنواعها وشاملاً جميع الأجهزة المساعدة.
- أحمال الصحي:-
  - وتشمل أحمال جميع مضخات المياه والصحي و الري ومضخات الرفع ..الخ.

تعريفات هامة

- الأحمال المتصله (الفعلية) Connected Load :-
  - هي مجموع الأحمال الفعلية أو التقديرية حسب ما تم ذكرها سابقاً قبل تطبيق معامل الطلب و الإختلاف ويتم حسابها بالفولت-أمبير.

- معامل الطلب Demand Factor :-
  - وهو يساوي نسبة أحمال الطلب إلي الأحمال المتصلة، ويكون أقل من أو يساوي الواحد.

وحتي يتم فهم ما هو معامل الطلب، مثلاً إذا كان عندنا وحده سكنية (شقة أو فيلا) فإن الأحمال الفعلية هي مجموع الأحمال الكلية للوحدة السكنية ولكن فعلياً لا يتم إستخدام أحمال الوحدة السكنية بالكامل في نفس الوقت وهذا ما يسمي بأحمال الطلب وبالتالي فإن أحمال الطلب أقل من الأحمال المتصله (الفعلية).

- معامل الإختلاف Diversity Factor:-
  - وهو يساوي نسبة أحمال التشتت إلي أحمال الطلب، ويكون أقل من أو يساوي الواحد.

ومعامل الإختلاف يستخدم إذا كان هناك أكثر من مستخدم أو أكثر من عداد كهرباء مثل لو كان المشروع عبارة عن شقق سكنية أو فيلات فلابد من وجود معامل الإختلاف بين هذة الوحدات.

3-1 حسابات الأحمال التقديرية للمشروع:-

فيما يلي نتعرف علي الأسس التي تعتمد عليها حسابات الأحمال التقديرية للمشاريع المختلفة:-

- تحديد طبيعة المشروع (مبني إداري – سكني – تجاري ...الخ).
- حساب مساحة المشروع وتنقسم إلي ثلاث أنواع:-
  - مساحة داخلية (مغطاة) مكيفه.
  - مساحة داخلية (مغطاة) غير مكيفه، مثل غرف الخدمات (كهرباء-ميكانيكا...ألخ)
  - مساحة خارجية.

- بالنسبة لأحمال التكييف والصحي يفضل مراجعة قسم الميكانيكا في تقدير هذة الأحمال و تحديد نوع نظام التكييف الذي سيتم إستخدامة.
- الجدول التالي يوضح الأحمال التقديرية لأحمال الإنارة و القوي داخل وخارج المباني، ويمكن إستخدام أي من الأكواد العالمية أو المحلية لتحديد الأحمال التقديرية حسب طبيعة المشروع و حسب متطلبات العميل:-

تسلسل	طبيعة المشروع	نوع الأحمال	الأحمال التقديرية بالفولت.امبير/م2
1	سكني	إنارة و قوي	65
2	محلات تجارية	إنارة و قوي	95
3	فنادق	إنارة و قوي	95
4	مطاعم	إنارة و قوي	95
5	مكاتب	إنارة و قوي	90
6	مدارس	إنارة و قوي	80
7	جراج داخلي	إنارة وشفاطات و أحمال البوابات	30
8	جراج خارجي (موقع عام)	إنارة فقط	5

* أحمال مخارج القوي هي أحمال للمخارج العامة والأساسيه وأذا كان هناك أي أحمال خاصة فيجب إضافتها.

- الجدول التالي يوضح معاملات الطلب لنفس الفراغات السابقة:-

تسلسل	طبيعة المشروع	معامل الطلب
1	سكني	0.6
2	محلات تجارية	0.7
3	فنادق	0.75
4	مطاعم	0.7
5	مكاتب	0.7
6	مدارس	0.8
7	جراج داخلي	0.8
8	جراج خارجي (موقع عام)	0.9

- الجدول التالي يوضح معاملات الإختلاف حسب عدد المستخدمين:-

عدد المستخدمين (عدادات الكهرباء)	معاملات الإختلاف
1	1
2	0.723
3	0.688
4	0.668
5	0.654
6	0.644
7	0.636
8	0.629

عدد المستخدمين (عدادات الكهرباء)	معاملات الإختلاف
9	0.625
10	0.619
11	0.616
12	0.612
13	0.609
14	0.607
15	0.604
16	0.602

مثال تطبيقى:-

مطلوب حساب الأحمال التقديرية و عدد المحولات المطلوبة لكمبوند سكني يتكون من 15 فيلا علماً بأن إجمالي مساحة الفيلا 1000 متر2 والمساحة الخارجية للموقع العام 16000 متر2.

الحل:-

- الأحمال التقديرية للتكييف والصحي حسب دراسة مهندس الميكانيكا = 100 فولت.أمبير / متر2.
- من الجدول السابق، أحمال الإنارة و القوي = 65 فولت.أمبير/متر2.
- إجمالي الأحمال المتصله للإنارة و القوي = 165 فولت.أمبير/متر2.
- إجمالي الأحمال المتصله لكل فيلا = 165*1000 = 165 ك.ف.أ.
- إجمالي أحمال الطلب لكل فيلا = 165*0.6 = 99 ك.ف.أ. (1)
- إجمالي أحمال الطلب لكل الفيلات = 99*15 = 1485 ك.ف.أ. (2)

- أحمال إنارة الموقع العام = 5 فولت.أمبير/متر2.
- إجمالي الأحمال المتصله لإنارة الموقع العام = 5*16000= 80 ك.ف.أ.
- إجمال أحمال الطلب لإنارة الموقع العام = 80*0.9 = 72 ك.ف.أ. (3)
- إجمال أحمال الطلب للمشروع = 1485+72= 1656 ك.ف.أ.
- معامل الإختلاف لعدد 15 فيلا بالإضافة إلي الموقع العام = 0.602
- إجمال أحمال الإختلاف للمشروع = 1656*0.602 = 997 ك.ف.أ. (4)
- سعة المحول المطلوب = 997/0.8 = 1500 ك.ف.أ. (5)

في حالة إستخدام المحول الزيتي والذي يتميز بالتالي:-

- أشهر أنواع المحولات وأرخصها ولكن ذو كفائة أقل.

- أشهر سعة للمحول الزيتي 500 ك.ف.أ و 1000 ك.ف.أ و 1500 ك.ف.أ .

- أقصي تحميل للمحول 0.8 من سعة المحول وبالتالي فإن المحول ال1500 ك.ف.أ يكون أقصي تحميل له 1200 ك.ف.أ

2-3 تصميم مخارج القوي (المقابس):-

يعتمد تصميم مخارج البور و التيار الخفيف عموماً علي الفرش المعماري ويتم إضافة مخارج حسب نوع الفرش المعماري كما سيتم تفصيله لاحقاً بالإضافة إلي توزيع مخارج بور لأنظمة و مخارج التيار الخفيف، أيضاً يتم إضافة مفاتيح فصل للمكيفات و السخانات و المضخات ومزودة بمبين ضوئي.

وتكون مخارج القوي مقننة لقيمة الجهد والتيار المطلوب للمشروع، ويجب أن تكون المخارج أحادية الطور ثلاثية الأقطاب (PH+N+E).

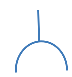
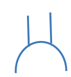
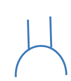
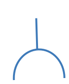
- إرتفاع المخارج :-

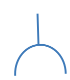
يقاس إرتفاع المخارج من مستوي التشطيب إلي أسفل المخرج أو إلي منتصف المخرج وأشهر هذة الإرتفاعات 450 مم للمخارج العاديه و 1350 مم للمخارج التي تكون في المطابخ والمعامل والأماكن المشابهة و 1500 مم للتليفزيونات المثبتة علي الجدار (LCD OR Plasma) و مخارج بالأرض أسفل طاولة الإجتماعات وتكون مقاومه للماء.

- إرتفاع مفاتيح الفصل :-

يقاس إرتفاع المفاتيح مثل المخارج وتكون غالباً إرتفاعها 1350 مم من مستوي التشطيب.

الجدول التالي يوضح تصميم نظام القوي شاملاً المخارج و مفاتيح الفصل:-

نوع المخرج		الرمز	المواصفات	الحمل الإفتراضي	الإستخدام
عامه	مفرد (Single)		250 فولت (10/13/ 16 أمبير)	180 فولت.أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصي.	مخارج عامه للشواحن و لغرض الصيانه والتنظيف في الممرات والمكاتب...ألخ وتزود بحماية ضد التسريب في حالة إستخدامها في الأماكن الرطبه مثل الحمامات والمطابخ.
	مزدوج (Duplex)		250 فولت (10/13/ 16 أمبير)	180 فولت.أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصي، ويمكن توصيلها بالمخارج المفرد.	غالباً لا يتم إستخدامها كمخارج عامه، ولكن في حالة إستخدامها كمخارج عامه يتم حساب حملها كما سبق ذكره.
مخارج قوي Power socket			250 فولت (20/30 أمبير)	1000 فولت.أمبير للمخرج ويتم توصيل المخرج علي دائرة مستقله.	تستخدم للورش و غرف العمليات و المغاسل...ألخ ويكون ذو درجة حماية ضد المياة والأتربة.
مخارج مزدوجه تستخدم لأجهزة الكمبيوتر		 C	250 فولت (10/13/ 16 أمبير)	500 فولت.أمبير للمخرج ويتم توصيل أربع مخارج بحد أقصي.	نفس المخرج يستخدم للطابعات و التليفزيونات ... ألخ و يتم حساب حمل المخرج حسب حمل الجهاز.
مخارج مفرد ضد العوامل الجوية		 WP	250 فولت (10/13/ 16 أمبير)	180 فولت.أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصي، ويجب أن يكون مزود بحمايه ضد التسريب.	يستخدم للتركيب الخارجي علي الأسطح ويكون ذو درجة حماية ضد المياة والأتربة.

نوع المخرج	الرمز	المواصفات	الحمل الإفتراضي	الإستخدام
مخارج مفرد مزودة بمفاتيح تشغيل		250 فولت (10/13/ 16 أمبير)	180 فولت.أمبير للمخرج ويتم توصيل ثماني مخارج للدائرة كحد أقصي.	تختلف عن المخارج العامه في وجود مفتاح تشغيل فقط لا غير.
مخارج ثلاثية الأوجه 3phase		400 فولت (16/20/30 أمبير)	الحمل يكون حسب الإستخدام وحسب حمل الماكينه، ويجب توصيل كل مخرج بدائرة منفصله.	يستخدم غالباً داخل المصانع والورش. ويكون ذو درجة حمايه ضد المياة والأتربة.
مخرج لتغذية الشفاطات	 EX	250 فولت (10/13/ 16 أمبير)	يتم تحديد حمل الشفاط حسب إختيار مصمم التكييف.	يتم تثبيت المخرج بجوار الشفاط مع إضافة مفتاح تشغيل بجوار الباب.
مخرج لتغذية السخانات	 WH	250 فولت (16/20/30 أمبير)	يتم تحديد حمل السخان حسب إختيار مصمم الصحي. ويكون القاطع في اللوحة مزود بحمايه ضد التسريب.	يتم تثبيت المخرج بجوار السخان مع إضافة مفتاح تشغيل بجوار الباب.
مفتاح فصل (Disconnect Switch) علي الحمل للماكينات والأجهزة الداخلية المختلفة		يتم تحديد الفولت والتيار حسب الكاتلوج والتصميم.	يتم تحديد الحمل حسب الكاتلوج.	يتم تحديد تثبيت مفتاح الفصل حسب نوع الماكينة.
مفتاح فصل (Disconnect Switch) علي الحمل للماكينات والأجهزة الخارجية المختلفة	 WP	يتم تحديد الفولت والتيار حسب الكاتلوج والتصميم.	يتم تحديد الحمل حسب الكاتلوج.	يتم تحديد تثبيت مفتاح الفصل حسب نوع الماكينة. ويكون ذو درجة حمايه ضد المياة والأتربة.

3-3 تطبيق عملى بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع مخارج البور طبقاً للفرش المعماري و وتوزيع ماكينات التكييف و الصحي والتعرف علي كيفية وطريقة التوصيل بين المخارج.

- سوف يتم التعرف علي توزيع مخارج البور لأنظمة ومخارج التيار الخفيف.

الباب الرابع

تصميم أنظمة التيار الخفيف
و نظام الأي بي

مقدمه

سوف يتم التعرف علي كيفية تصميم أنظمة التيار الخفيف في هذة المحاضرة (التليفونات و المعلومات و التليفزيونات و كاميرات المراقبه) بالإضافة إلي نظام الأي بي وسوف يتم التعرف علي تصميم نظام إنذار الحريق و السماعات لاحقاً.

يعتمد تصميم مخارج التيار الخفيف عموماً علي الفرش المعماري ويتم إضافة مخارج حسب نوع الفرش المعماري كما سيتم تفصيله لاحقاً.

- إرتفاع المخارج :-

راجع الإرتفاعات الخاصه بمخارج القوي (المقابس).

1-4 نظام التليفونات Telephone System:-

يجب أن تتطابق أنظمة الهاتف مع أنظمة شركة الإتصالات للبلد الموجود بها المشروع.

يتم توزيع مخارج التليفونات إرتفاع 450 مم للمكاتب و السكرتارية و غرف النوم و المجالس و الإستقبال و المعامل...ألخ

بالنسبة لغرف الخدمات (كهرباء-ميكانيكا-مستودعات...ألخ) بالإضافة إلي المطابخ يتم توزيع مخارج تليفونات جدارية علي إرتفاع 1350 مم.

ويتم توزيع مخارج تليفونات بالأرض Floor Box أسفل طاولة الإجتماعات وتكون مقاومه للماء.

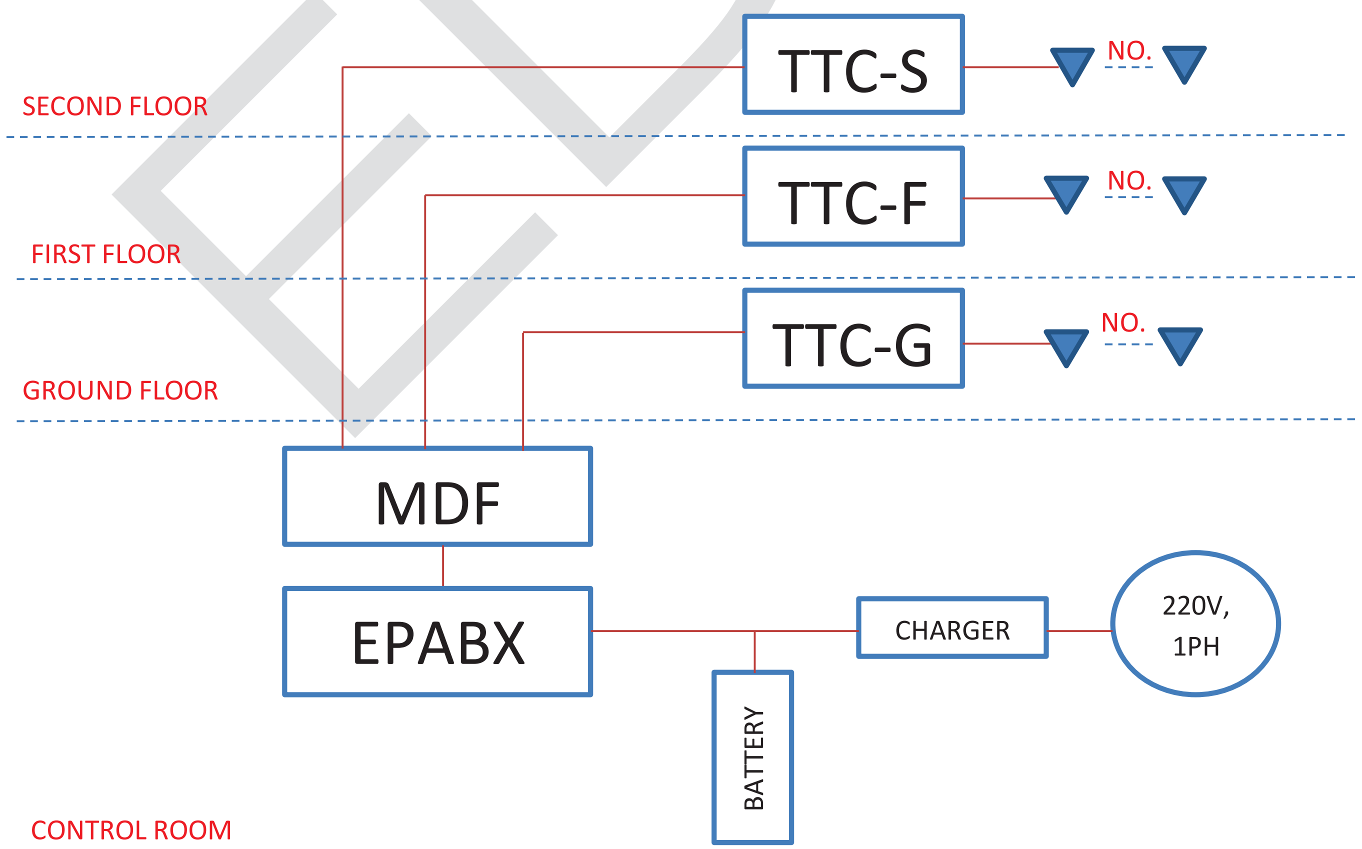
يتم إضافة صندوق توزيع للتليفونات (Telephone Terminal Cabinet) لكل دور و يتم ربط مخارج التليفونات عليها، وتكون سعة هذة اللوحات 5، 10، 15، 20، 25، 30، 50, 75، 100، 150، 200، 250، 300، 350 ...ألخ حسب الشركة المصنعة وبعد ذلك يتم تجميع هذه الصناديق علي صندوق تجميعي للمبني بالكامل(MDF (Main Distribution Frame .

ويكون ربط المخارج بصناديق التوزيع من خلال كابلات نحاس معزولة ببلاستيك ذات قطر 0.6مم (2Pair 0.6mm CU/PVC) وفي هذة الحالة تكون المخارج من نوع RJ 11

ويجب إستخدام سنترال داخلي خاص بالمبني EPABX ويتميز بخاصية الإتصال الداخلي و الخارجي بمساعدة أو بدون مساعدة عامل السويتش، وكذلك يتوفر في السنترال عمل إتصالات جماعية أو فردية أوتوماتيكياً والربط مع أنظمة الإستدعاء العامة وأنظمة النداء.

يجب تغذية السنترال من خلال مصدر إحتياطي من خلال بطاريات 48 فولت لمدة 8 ساعات علي ألاقل بالإضافة إلي التغذية الأساسية.

<u>فيما يلي مخطط أحادي لنظام التليفونات:-</u>



2-4 نظام المعلومات و البيانات Data System:-

يتم توزيع مخارج المعلومات إرتفاع 450 مم للمكاتب و السكرتارية و غرف النوم و المجالس و الإستقبال و المعامل...ألخ

يمكن توزيع مخارج لا سلكية WIFI وتستخدم غالبا في المجالس و الفنادق والأماكن الترفيهية.

ويتم توزيع مخارج معلومات بالأرض Floor Box أسفل طاولة الإجتماعات وتكون مقاومه للماء.

يتم إضافة صناديق لنقل المعلومات (Data Switch) لكل دور و يتم ربط مخارج المعلومات عليها، وتكون صناديق نقل المعلومات PORT 2، 4، 8، 12، 16، 24، 36، 48 بعد ذلك يتم ربط صناديق نقل المعلومات ببعضها عن طريق ال Main Data Switch.

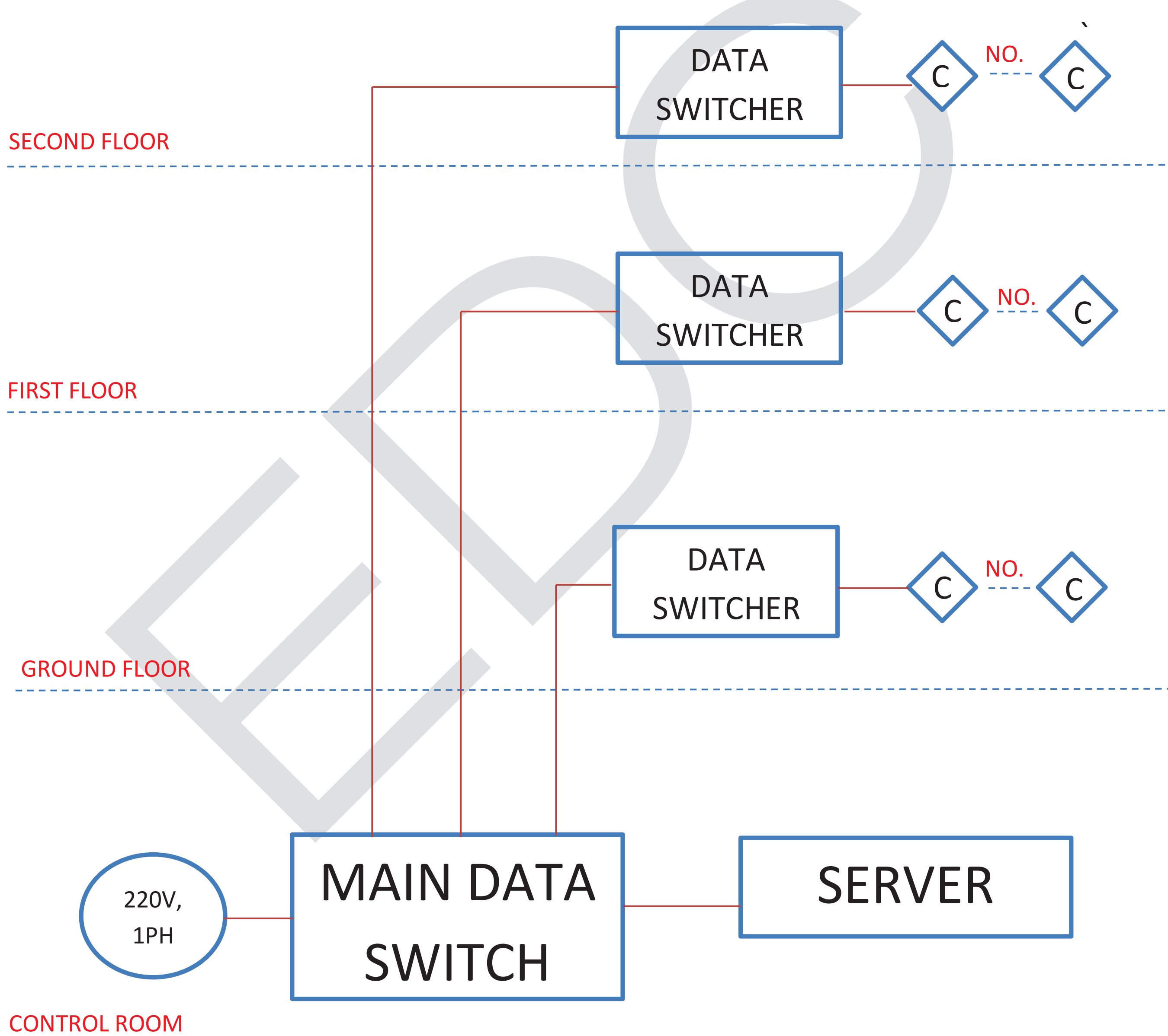
ويكون ربط المخارج بصناديق نقل المعلومات من خلال كوابل نحاس أربع أزواج مجدول UTP تصنيف CAT 5 أو 6 أو 7 وفي هذة الحالة تكون المخارج من نوع RJ 45 ولا تتعدي المسافة بين أي مخرج و صناديق نقل المعلومات عن 90 متر.

ويكون ربط صناديق نقل المعلومات باللوحة الرئيسية Main Data Switch عن طريق كابلات الياف بصرية.

يجب تغذية جميع صناديق نقل المعلومات من خلال مصدر كهربائي ويفضل أن يكون هناك مصدر تغذية إحتياطي حتي يتم الحفاظ علي المعلومات والبيانات الهامة.

يتم إضافة SERVER لتخزين المعلومات الهامة ويكون مكان لتبادل المعلومات ويجب تغذيتة من مصدر إحتياطي UPS بالإضافة الي مصدر التغذية الرئيسي.

فيما يلي مخطط احادي لنظام الداتا و المعلومات:-



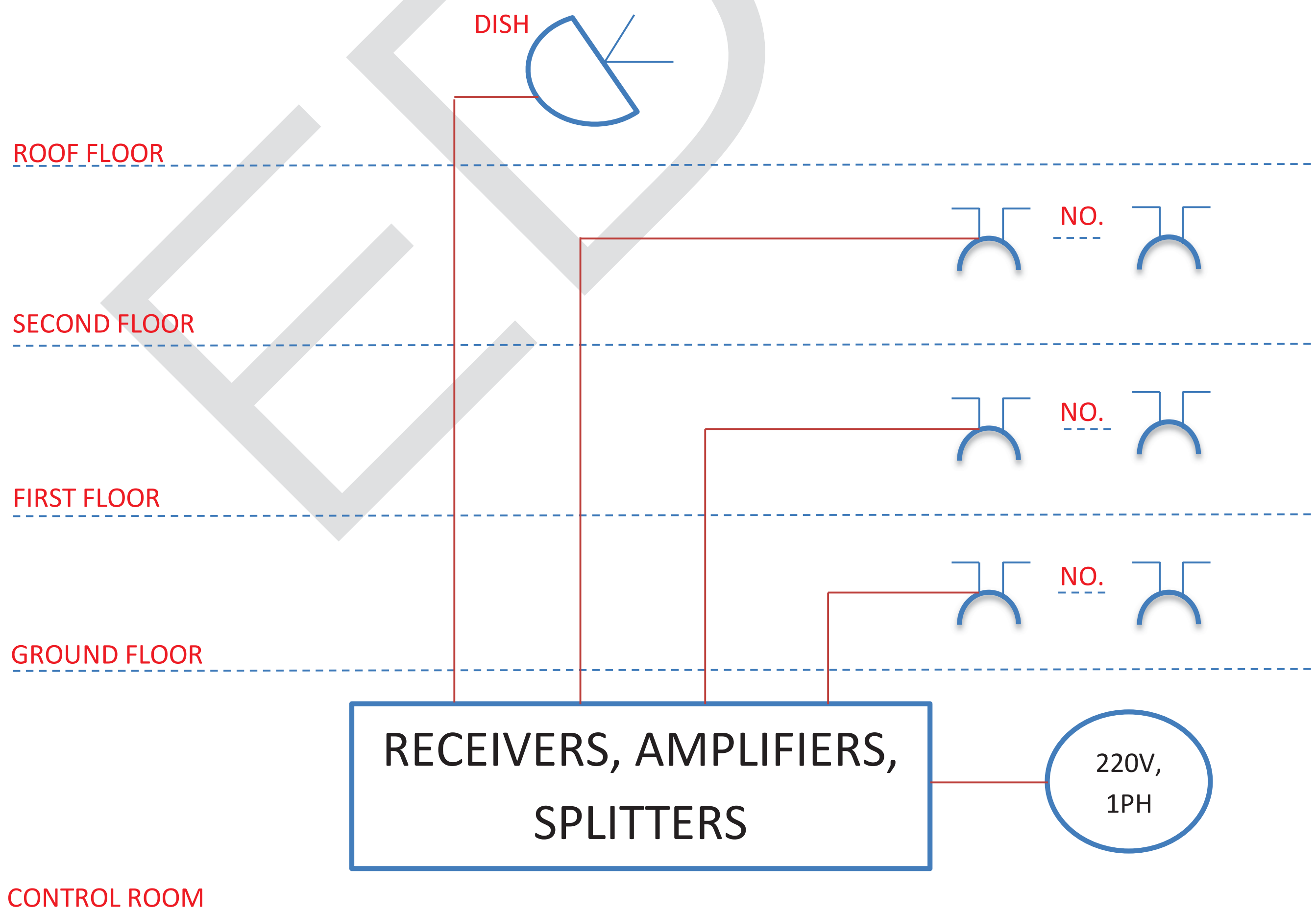
3-4 نظام التليفزيونات المركزي MATV System:-

يتم توزيع مخارج التليفزيونات حسب الأماكن المحددة من المهندس المعماري ويكون الإرتفاع 450 مم أو 1500 مم حسب إرتفاع التليفزيون ويكون توزيع التليفزيونات علي سبيل المثال في غرف النوم و المجالس و الإستقبال...ألخ

وفي بعض الأحيان يكون توزيع مخارج التليفزيونات بالأرض Floor Box وتكون مقاومه للماء.

يتم إضافة هوائيات (أطباق) إستقبال متعدد النطاق لقنوات VHF, UHF ويكون تثبيتة علي السطح، ويتم إضافة أجهزة إستقبال RECEIVERS في غرفة التحكم بالإضافة إلي مقسمات SPLITTER وغالباً تكون الأسلاك المستخدمة من موصل مغطي بالنحاس و معزول RG6, 11

فيما يلي مخطط احادي لنظام التليفزيون المركزي:-



4-4 نظام كاميرات المراقبة CCTV System:-

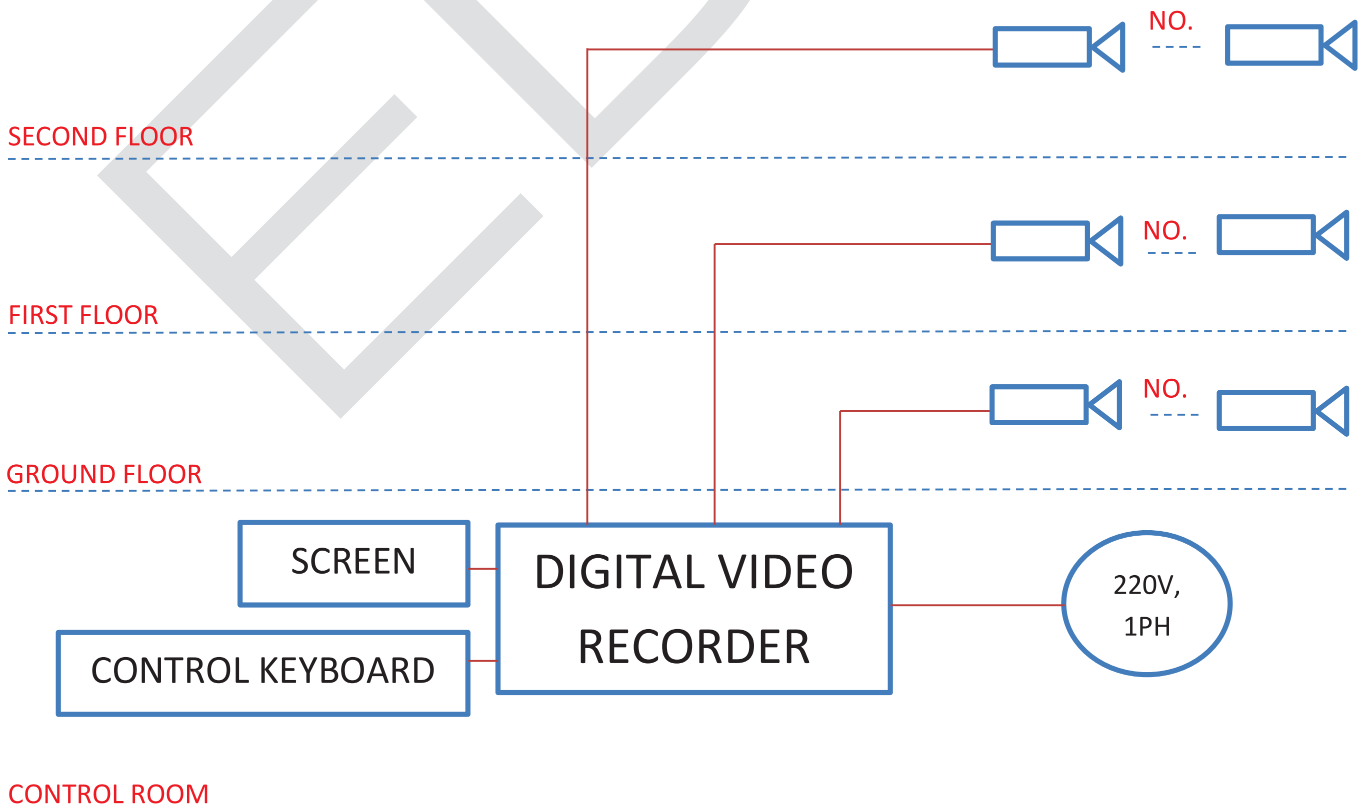
يعتبر النظام من أهم أنظمة التيار الخفيف، لأنة يقوم بمراقبة و تسجيل ما يحدث داخل و خارج المباني، ويتم توزيع الكاميرات عند مداخل المباني و الممرات و الأماكن الهامة التي يحددها المصمم و المالك.

في حالة تثبيت الكاميرات خارج المباني لابد أن تكون درجة الحماية IP66.

يتكون النظام من كاميرات مراقبه داخليه أو خارجية جدارية أو يتم تثبيتها في السقف وتنقسم الكاميرات أيضا إلي كاميرات ثابتة أو متحركة حسب الإستخدام ويتم إستخدام أجهزة تحكم طرفية.

يجب توافر شاشات مراقبة داخل غرفة التحكم حتي يتم عرض الفيديوهات الذي يتم إلتقاتها من خلال الكاميرات، وأيضا يتم تسجيلها من خلال مسجلات الفيديو DVR ويتم إستخدام الأسلاك المستخدمة من موصل مغطى بالنحاس و معزول RG6, 11

<u>فيما يلي مخطط احادي لنظام كاميرات المراقبة:-</u>



5-4 نظام الأي بي IP System:-

يتميز نظام الأي بي بربط أنظمة التيار الخفيف مع بعضها في نظام واحد مع إمكانية نقل جميع المعلومات من خلال كابل الياف بصرية واحد.

ويكون ربط المخارج (تليفونات و المعلومات و التليفزيونات و الكاميرات) بصناديق نقل المعلومات من خلال كوابل نحاس أربع أزواج مجدول UTP تصنيف CAT 5 أو 6 أو 7 وفي هذة الحالة تكون المخارج من نوع RJ 45 ولا تتعدي المسافة بين أي مخرج و صناديق نقل المعلومات عن 90 متر.

يتم إضافة صناديق لنقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات (Distributer Switch) لكل دور و يتم ربط المخارج عليها، وتكون صناديق نقل المعلومات PORT 24، 48 بعد ذلك يتم ربط صناديق نقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات ببعضها عن طريق ال Main Data Switch.

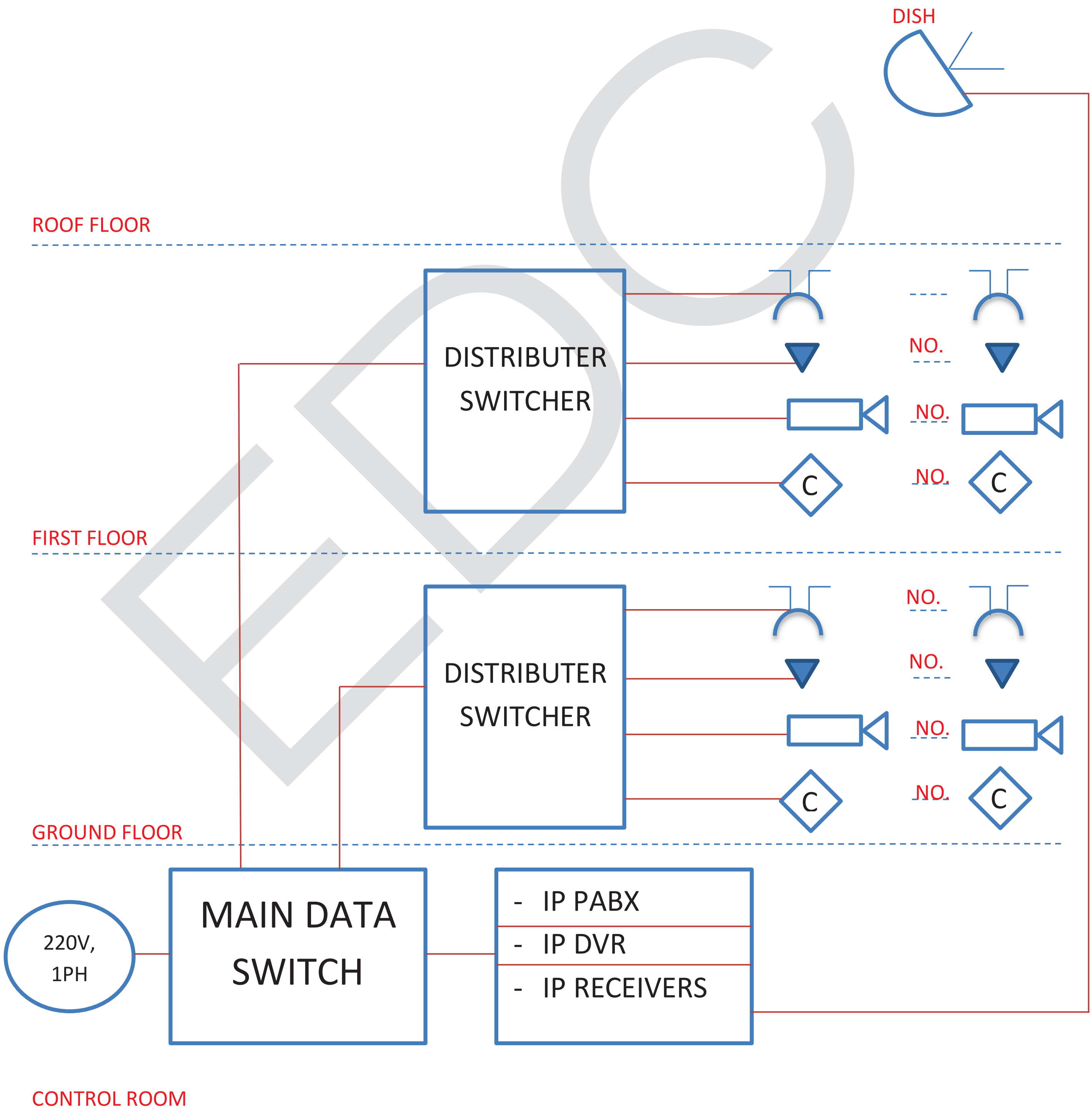
ويكون ربط صناديق نقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات باللوحة الرئيسية Main Data Switch عن طريق كابلات الياف بصرية.

يجب تغذية جميع صناديق نقل المعلومات والتليفونات و التليفزيونات و الكاميرات من خلال مصدر كهربائي ويفضل أن يكون هناك مصدر تغذية إحتياطي حتي يتم الحفاظ علي المعلومات والبيانات الهامة.

يتم إضافة SERVER لتخزين المعلومات الهامة ويكون مكان لتبادل المعلومات ويجب تغذيتة من مصدر إحتياطي UPS بالإضافة إلي مصدر التغذية الرئيسي.

يجب أن تكون جميع الأجهزة (سنترال و مسجل الفيديو لنظام الكاميرات و أجهزة الإستقبال لنظام التليفزيون المركزي) متوافقه مع نظام الأي بي وأيضا عدد التليفونات و الكاميرات...الخ

فيما يلي مخطط أحادي لنظام الأي بي IP:-



6-4 تطبيق عملى بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع مخارج الأي بي (التيار الخفيف) طبقاً للفرش المعماري.

- سوف يتم التعرف علي كيفية عمل تنسيق بين المخارج وبعضها.

تصميم نظام إنذار الحريق والإستدعاء العام

مقدمة

أهمية نظام إنذار الحريق

- الحفاظ علي الأرواح.
- الحفاظ علي المباني والممتلكات.

وذلك عن طريق:-

- تحديد مكان الحريق.
- إستدعاء الدفاع المدني أوتوماتيكي.
- تشغيل نظام إطفاء الحريق.

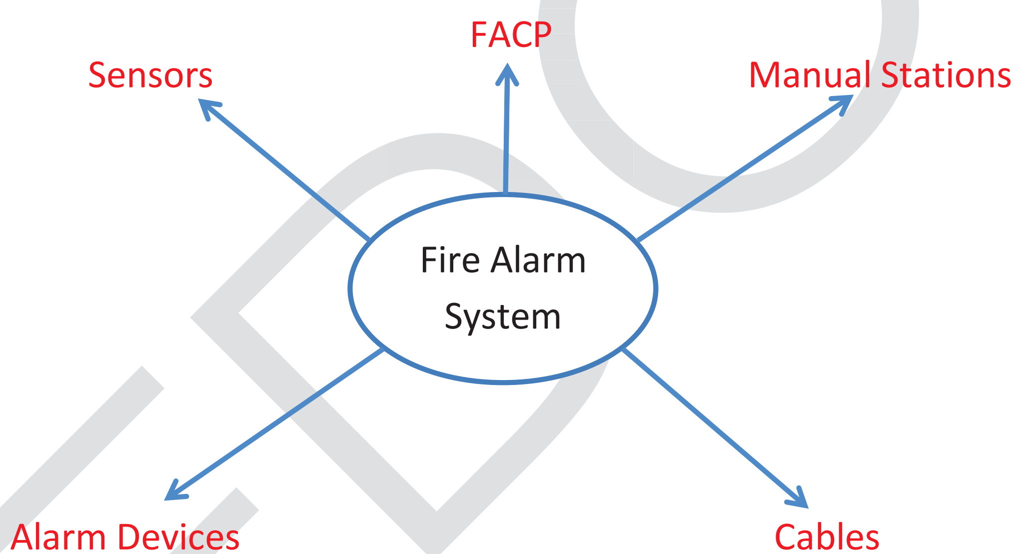
أهمية نظام الإستدعاء العام

- التنبيه بأوقات الصلاة عن طريق إذاعة الأذان.
- إخلاء المبني في حالة الحريق.
- إذاعة رسائل مسجلة وغير مسجلة للتنبيه بأشياء بعينها.

7-4 نظام إنذار الحريق Fire Alarm Syatem:-

يستخدم النظام للإنذار ضد الحريق وذلك عن طريق وجود حساسات ترسل إشارة مباشرة إلي لوحة الحريق (التي تكون موجودة في غرفة التحكم) أو من خلال كاسر زجاجي موجود داخل المبني وبعد ذلك تقوم لوحة الإنذار بإرسال إشارة إلي الأجراس والسماعات.

يتكون النظام من لوحة إنذار Fire Alarm Panel و حساسات Sensors وكاسر زجاجي Manual Stations و أجهزة تنبية Alarm Devices و أسلاك Cables.



1-7-4 حساسات الحريق Sensors :-

أشهر أنواع حساسات الحريق هي حساس الدخان Smoke Detector وحساس الحرارة Heat Detector، ويجب تغطية المبني (الأماكن المغطاة) ماعدا الحمامات بالحساسات حسب نوع كل فراغ.

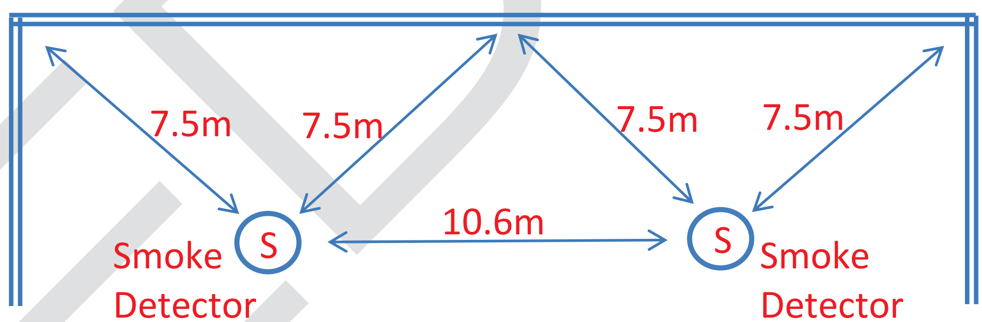
يتم تركيب حساس الدخان في جميع الأماكن الداخلية المغطاة شاملاً السلالم و أبيار المصاعد ماعدا الأماكن التي بها دخان مثل الجراجات و المطابخ و غرف المولدات و غرف الغلايات المركزية يجب تركيب حساسات حرارة بها.

يجب إستخدام الحساسات السابق ذكرها في حالة أن أرتفاع الفراغات لا يتعدي خمسه متر وفي حالة زيادة الأرتفاع عن خمسه متر يجب إستخدام حساسات الأشعة فوق الحمراء Beam Detectors.

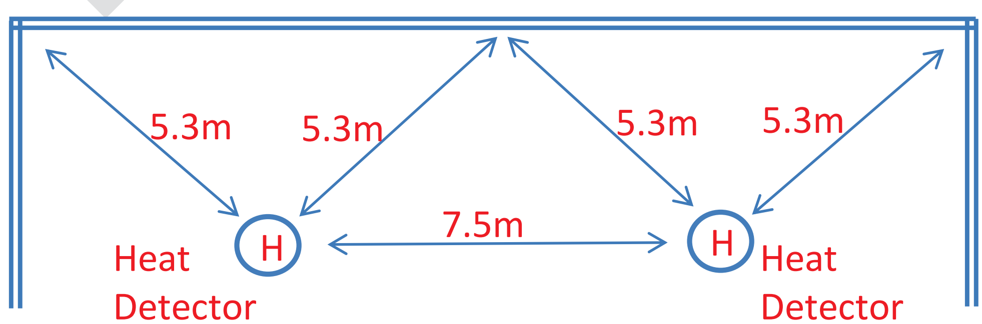
2-7-4 توزيع الحساسات Sensors Distances:-

الجدول التالي يوضح المسافات بين الحساسات و بعضها و المساحة التي يغطيها كل حساس.

	حساس الدخان	حساس الحرارة
المسافات بين الحساسات	10.6 متر	7.5 متر
أقصي مسافة بين الحساس وأبعد جدار	7.5 متر	5.3 متر
المساحة التي يغطيها الحساس	100متر2	50 متر2



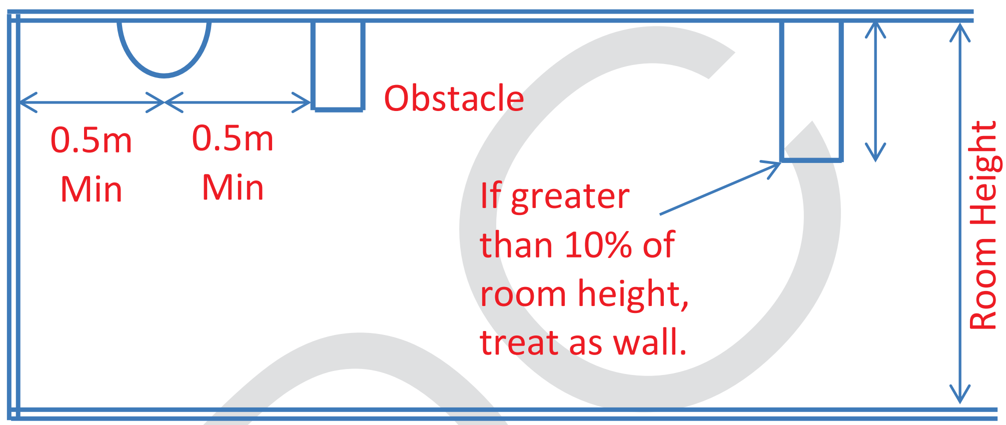
Distance between Smoke Detectors



Distance between Heat Detectors

يجب ألا تقل المسافة بين الحساس وأي جدار عن نصف متر، وفي حالة إن الكمرات الساقطة أكبر من 10% من ارتفاع الفراغ يتم أعتبار إن الكمرات عبارة عن جدران.

وايضاً يجب ألا تقل المسافة بين أي حساس و مخارج الهواء AC Diffusers عن 1 متر.



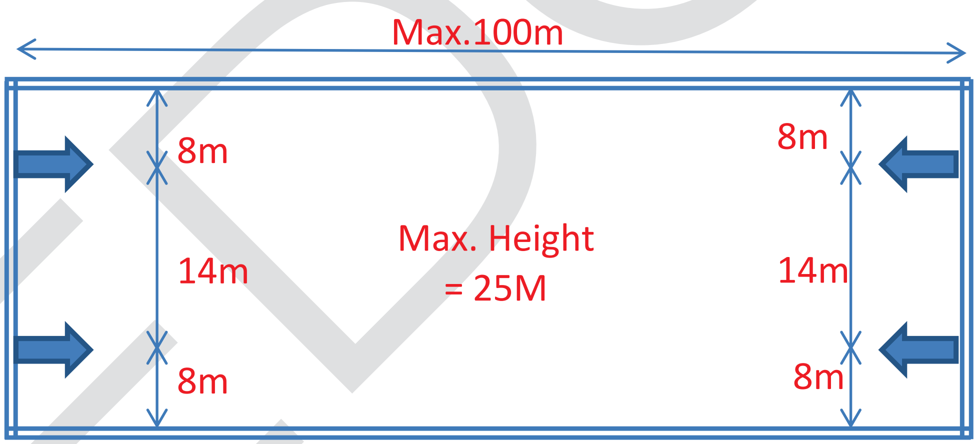
Distance Between any part of wall and nearest detector

في حالة إن الممرات أو الغرف عرضها أقل من 4.8 متر فأن المسافات بين الحساسات و بعضها تكون حسب الجدول التالي:-

المسافة بين حساسات الحرارة	المسافة بين حساسات الدخان	عرض الممرات بالمتر
14.4	18.8	1.2
14	18.3	1.6
13.5	17.9	2
13	17.4	2.4
12.5	17.0	2.8
12	16.5	3.2
11.5	16.0	3.6
10.9	15.5	4
10.3	15.0	4.4
9.7	14.4	4.8

في حالة أن أرتفاع الفراغات أكبر من 5 متر يجب استخدام حساسات الأشعة فوق الحمراء Beam Detectors وتتكون من Transmitter & Receiver وتكون المسافات حسب الجدول التالي:-

أقصي إرتفاع للفراغات يستخدم فيها ال Beam Detector	25 متر
أقصي مسافة تغطية بين الحساسات ال Transmitter & Receiver	100 متر
المسافات البينية بين الحساسات	14 متر
المسافة بين الحساسات و اقرب جدار	8 متر



<u>Distance between Beam Detectors</u>

3-7-4 الكاسر الزجاجي Manual stations :-

يجب إضافة كاسر زجاجي عند جميع المخارج وفي الممرات بحيث تكون المسافة بين الكاسر الزجاجي والذي يليه لا يتعدي 30 متر، ويستخدم الكاسر الزجاجي لإرسال إشارة إلي لوحة إنذار الحريق في حالة وجود حريق ولم يتم إرسال إي إشارة من الحساسات للوحة إنذار الحريق.

يكون إرتفاع الكاسر الزجاجي غالباً مثل إرتفاع مفاتيح الإنارة 1350 مم من مستوي التشطيب.

4-7-4 أجهزة التنبية Alarm Devices:-

تنقسم أجهزة التنبية إلي أجهزة تنبيه صوتية و أجهزة مرئية وتستخدم أجهزة التنبية الصوتية في معظم التطبيقات ماعدا الأماكن التي بها ضوضاء مثل غرف الغلايات المركزية و المضخات فيجب استخدام أجهزة تنبية مرئية.

يتم توزيعها في الممرات و عند المخارج و المصاعد و السلالم، وفي المشاريع الكبيرة يتم استخدام نظام النداء العام في أذاعة التنبية.

يكون ارتفاع أجهزة التنية حوالي 2500 مم من مستوي التشطبيب.

5-7-4 كابلات إنذار الحريق Cables :-

غالباً يتم استخدام كابلات مقاومة للحريق مقاس 2Cx1.5mm2 .

6-7-4 لوحات إنذار الحريق Fire Alarm Panels :-

يعتبر النظام المعنون هو أحدث أنواع إنذار الحريق ويتميز بالتالي:-

يمكن توصيل عدد 127 حساس (شاملاً الكاسر الزجاجي و أجهزة التنبية) في لوب واحد، وحسب الشركه المصنعه.

يمكن تغذية أكثر من لوب من نفس اللوحة حتي 6 لوب، يكون أقصي مسافة للوب 1000 متر.

كل حساس يكون له رقم وفي حالة الحريق يظهر في لوحة إنذار الحريق مكان الحريق.

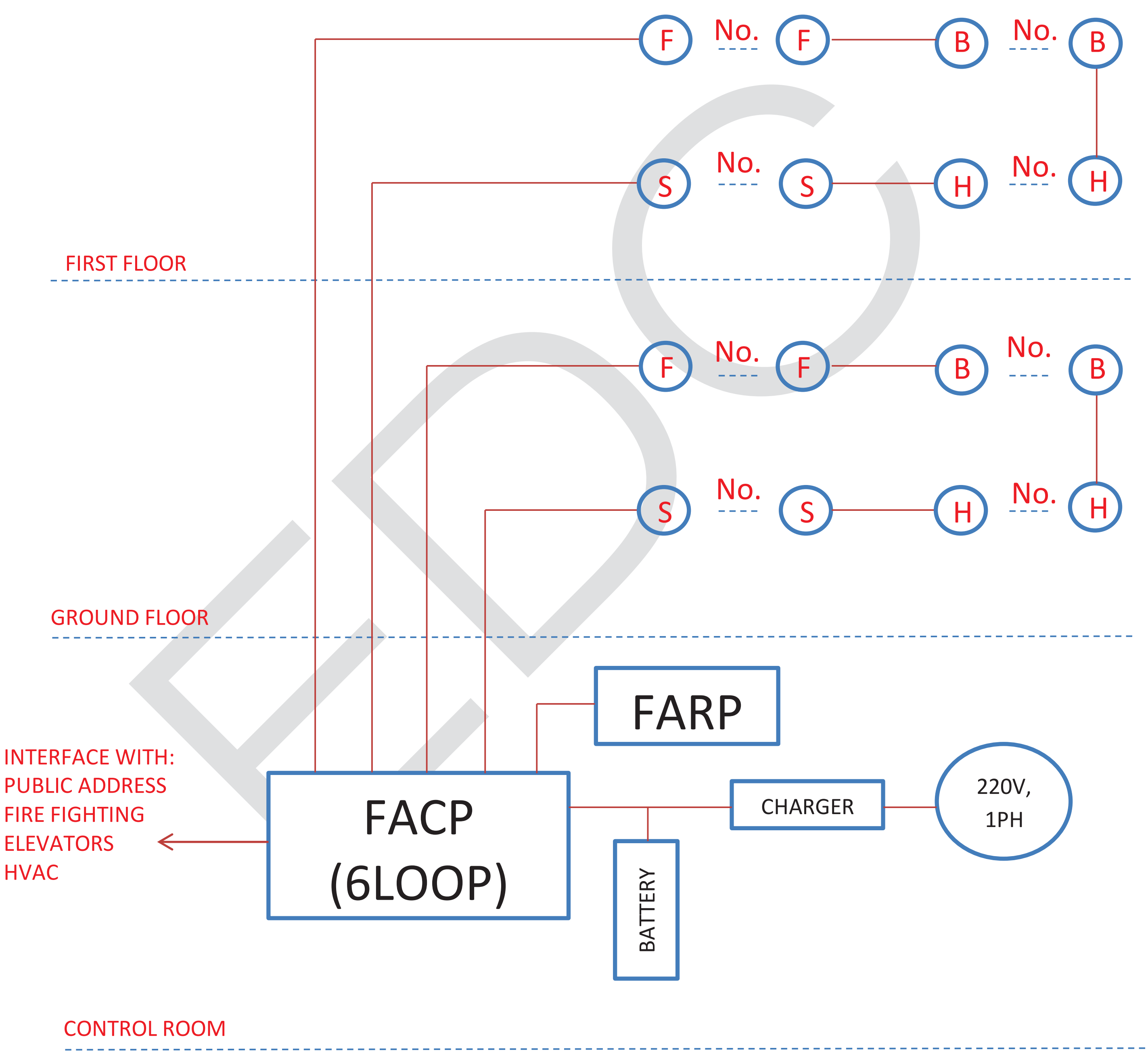
يمكن توصيل اللوحة بالمصاعد حتي يتم إيقاف عملها في الدور الأرضي وأنظمة التكييف و الشفاطات حتي يتم إيقاف عملها حتي لا تساعد في إنتشار الحريق ونظام السماعات لإذاعة رسائل تساعد في إخلاء المبني و مكافحة الحريق حتي يتم تفعيل عمل الرشاشات والتليفونات حتي يتم إستدعاء الدفاع المدني.

يتم إضافة لوحه فرعية Fire Alarm Repeater Panel في غرف الحارس و الممرات في المشاريع الكبيرة حتي توضح أي مشاكل بشكل مختصر.

يتم تغذية لوحات الإنذار الرئيسية و الفرعية من خلال مصدر احتياطي بالأضافة إلي التغذية الرئيسية.

Expertise For Designing & Consulting .

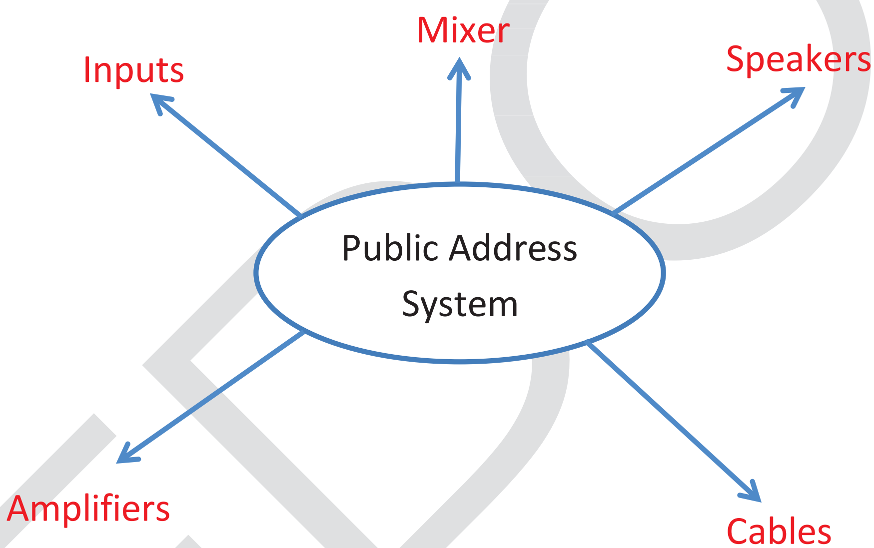
<u>فيما يلي مخطط أحادي لنظام إنذار الحريق:-</u>



8-4 نظام النداء العام Public Address Syatem:-

يستخدم النظام لإذاعة رسائل مسجلة و غير مسجلة من خلال السماعات التي يتم تركيبها داخل المباني.

يتكون النظام من Mixer و مداخل الصوت Input Devices و سماعات Speakers و مكبرات Amplifiers وكابلات Cables.



1-8-4 مداخل الصوت Input Devices :-

تكون مداخل الصوت لنظام النداء العام عبارة عن ميكروفونات سلكية و لاسلكية و مشغل اسطوانات و مشغل DVD و AM/FM TUNER وأيضا يمكن استخدام جهاز كمبيوتر.

وتكون هذة المداخل في غرفة التحكم الخاصة بالمبني.

2-8-4 السماعات Speakers:-

يتم إذاعة الصوت داخل المباني من خلال السماعات، ويتم توزيعها في الممرات و أماكن الأنتظار و الأماكن العامة و الجراجات ...الخ.

يمكن تركيب السماعات في السقف أو علي الجدار حسب طبيعة المكان وتكون قدرة السماعات التي تركب في السقف 3-6-10 وات والتي تثبت علي الجدار تكون قدراتها 10-20-30 وات وحسب الشركة المصنعة.

ويمكن استخدام جهاز للتحكم في الصوت Volume Controller .

لحساب المسافات بين السماعات يجب اتباع المعادلة التالية:-

$$D = (H-1) XB$$

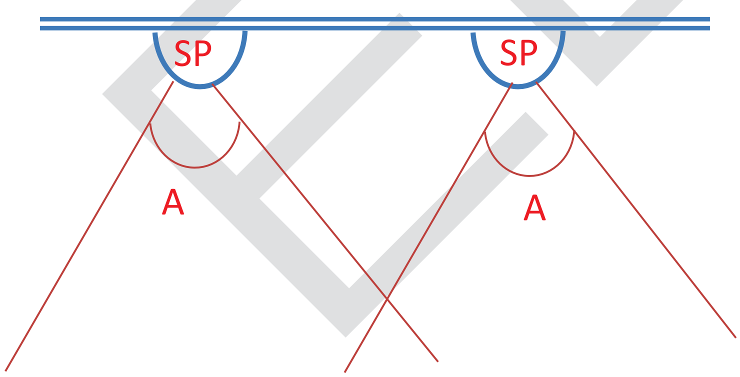
D: المسافة بين السماعات بالمتر.

H: ارتفاع السماعة من مستوي التشطيب بالمتر.

B: معامل خاص بزاوية انتشار الصوت.

ويتم احتساب المعامل من الجدول التالي (للسماعات قدرة 6 وات) ويختلف بأختلاف الشركة المصنعة:-

زاوية (A) إنتشار الصوت	المعامل (B)
80	0.84
90	1
100	1.19
110	1.43
120	1.73
130	2.14



3-8-4 المكبرات Amplifiers :-

وتستخدم المكبرات في تضخيم الصوت قبل إذاعتة عن طريق السماعات وقدرة المكبرات 60-120-180-240-360-400-500-640 وات ، حسب الشركة المصنعة.

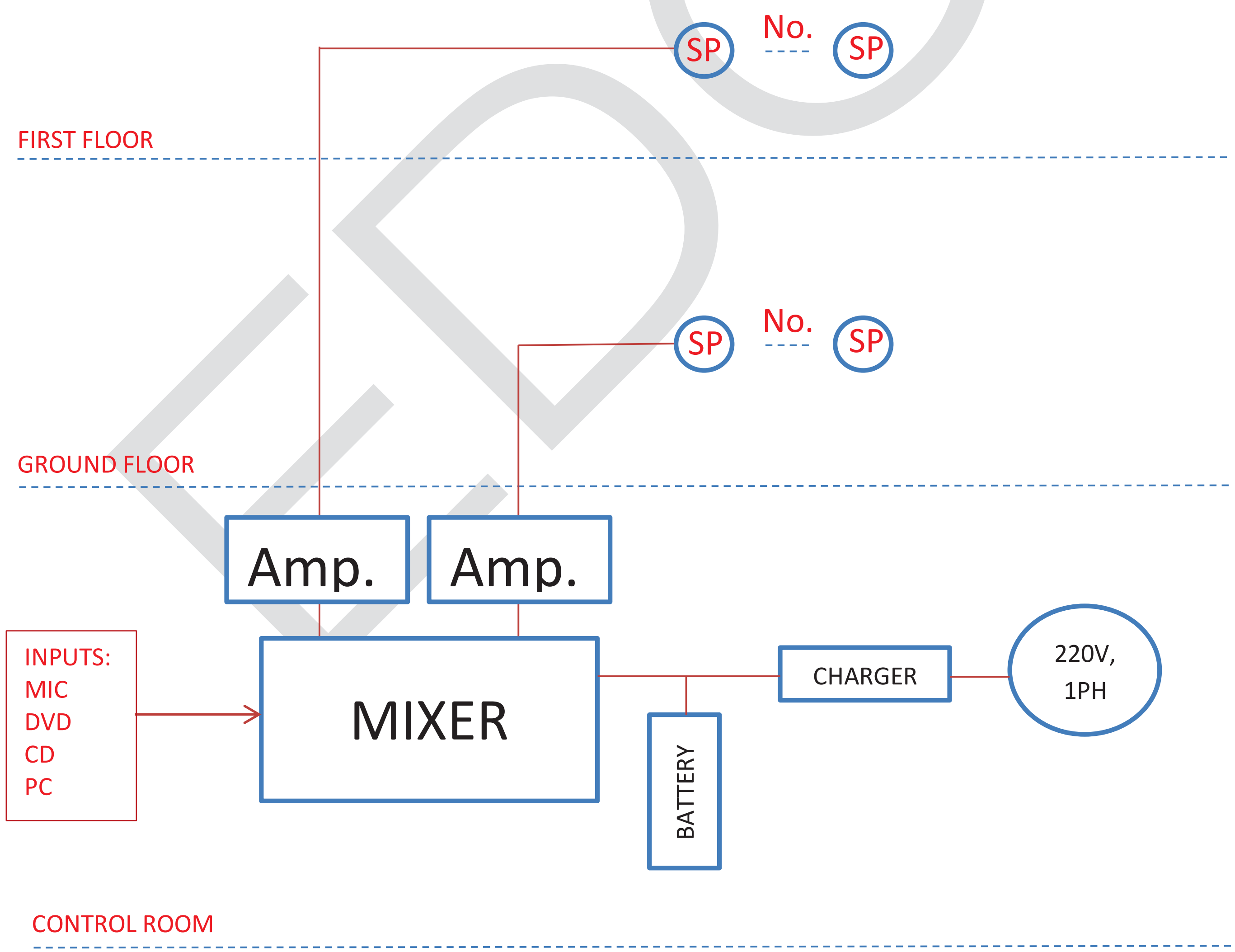
-: Mixer 4-8-4

ويستخدم للخلط بين مداخل الصوت المختلفة.

-: Cables الكابلات 5-8-4

ويستخدم نظام النداء كابلات 2Cx1.5mm2 shielded twisted pair cable.

فيما يلي مخطط أحادي لنظام النداء العام :-



9-4 تطبيق عملى بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.

- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعرف علي كيفية توزيع مخارج إنذار الحريق و السماعات طبقا للسقف المعماري.

- تعرف علي كيفية التنسيق بين نظام إنذار الحريق و السماعات و الإنارة وأنظمة التكييف و مكافحة الحريق.

الباب الخامس

تصميم جداول الأحمال
ولوحات تغذية الإنارة الخارجية

مقدمه

بعد ما تم الإنتهاء من حسابات وتوزيع الإنارة و مخارج القوي و التكييف، سوف يتم التعرف علي كيفية تغذية دوائر الإنارة و مخارج القوي و التكييف.

تصميم جداول الأحمال التالية تتناسب مع الأحمال الداخلية للإنارة و مخارج القوي و التكييف التي لا تتعدي إجمالي الأحمال للوحات الفرعية عن 250 امبير، وفي حالة زيادة الإجمالي عن هذة القيمة سوف يتم تمثيل اللوحات بطريقة أخري كما سيتم التعرف عليها لاحقاً.

وبالنسبة لتغذية الإنارة الخارجية فإنها تختلف من حيث شكل الإخراج عن الإنارة الداخلية بالإضافة إلي إختلاف طريقة التحكم في الإنارة كما سيتم التوضيح عند شرح لوحات تغذية الإنارة الخارجية.

يجب مراعاة أن تحتوي جداول الأحمال الداخلية علي 25% دوائر إحتياطية للأستخدام المستقبلي لأي توسعة في المبني وأيضاً تكون بدائل لأي قواطع قد تتلف.

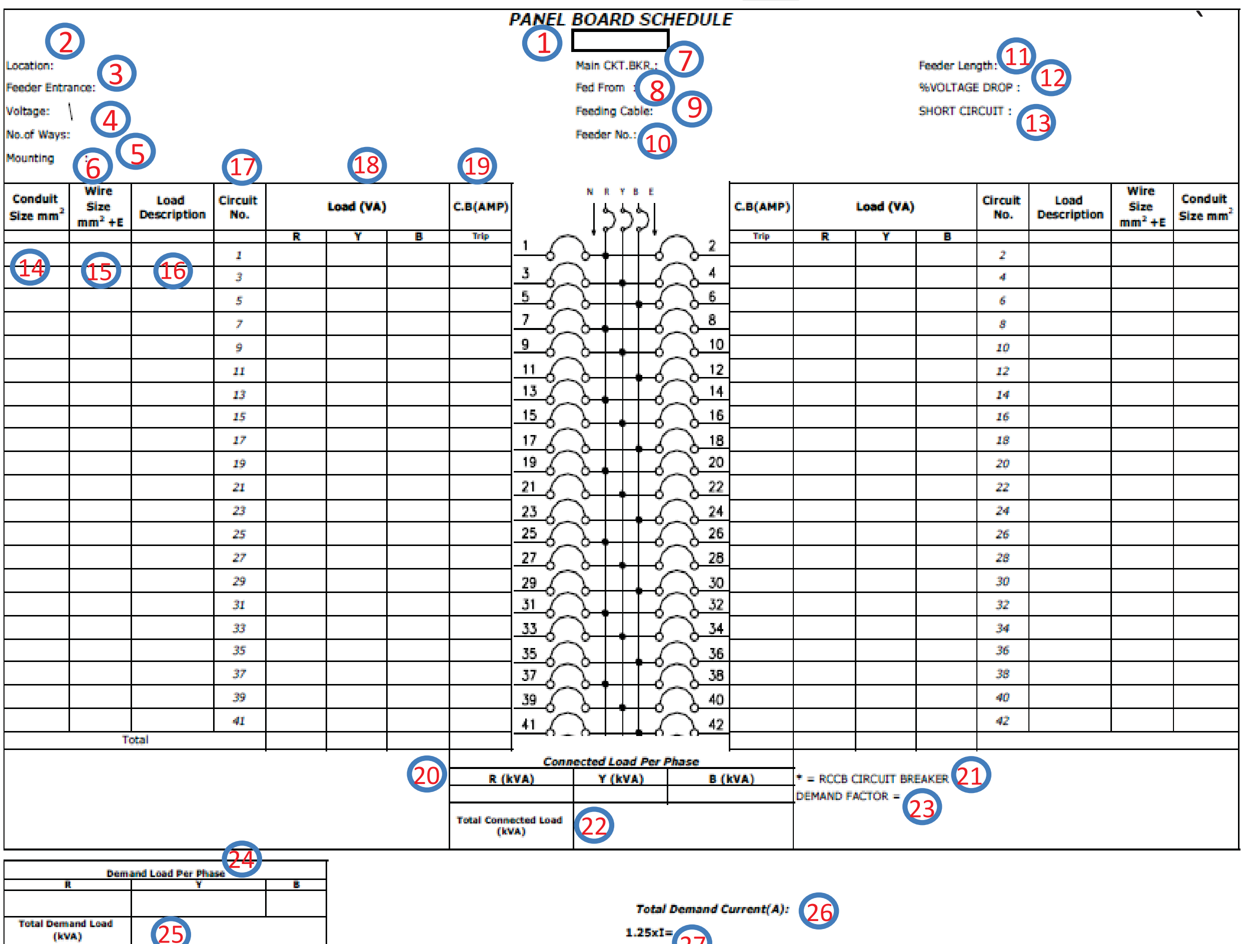
يجب تحديد رقم كل دائرة علي مخطط كل نظام مثل الإنارة و القوي و التكييف.

تختلف أبعاد اللوحات بإختلاف عدد الدوائر وسعة القواطع الفرعية و القاطع الرئيسي و يتم تحديد أبعادها حسب الشركة المصنعة.

يجب عدم تمديد أكثر من دائرة فرعية داخل ماسورة و احدة، وأيضا يجب الفصل بين توصيل الإنارة و القوي حتي لنفس الغرف.

1-5 تصميم جداول الأحمال:-

الشكل التالي يوضح نموذج لجدول أحمال لتغذية المخارج بأنواعها ، سوف يتم التعرف علي محتوياتة بالتفصيل:-



5-1-1 رقم 1 :-

يتم كتابة اسم جدول الأحمال علي سبيل المثال

LP-G(Lighting Panel at Ground Floor) للإنارة

PP-G(Power Panel at Ground Floor) و القوي

ACP-G(Air Condition Panel at Ground Floor)وللتكييف.

5-1-2 رقم 2:-

يتم تحديد مكان لوحة الكهرباء عن طريق كتابة أسم الغرفة و الدور علي سبيل المثال

Electrical Room no.G-05.

5-1-3 رقم 3:-

تحديد مكان دخول وخروج المواسير إلي اللوحة علي سبيل المثال Top/Bottom.

5-1-4 رقم 4:-

تحديد الفولت المستخدم في المشروع حسب شبكة الجهد المنخفض علي سبيل المثال 220/400Volt.

5-1-5 رقم 5:-

عدد خطوط اللوحة وتكون أضعاف ال6 خطوط وحتي 42 خط وحسب الشركة المصنعة، وسوف يتم تحديد عدد الخطوط لاحقاً.

5-1-6 رقم 6:-

طريقة التثبيت تكون ظاهرة داخل غرف الكهرباء او غاطسة في الجدار في حالة أنها خارج غرف الكهرباء مثل الممرات وتقاس إرتفاع اللوحات من أعلي مكان في اللوحة إلي مستوي التشطيب ويكون غالباً لا يزيد عن 1850مم لتسهيل عملية الصيانة.

7-1-5 رقم 7:-

يتم تحديد سعة القاطع الرئيسي للوحة ويحدد بقيمة ال Trip وهي القيمة المصمم عليها القاطع لحماية الكابل و الدائرة من الحمل الزيادة وقيمة الFrame هي القيمة الحقيقية للقاطع حسب أقرب سعة للقاطع وحسب الشركة المصنعة.

إختيار القاطع يعتمد علي أربع عوامل هي:-

- الجهد، كما تم ذكرة سابقاً في رقم 4.
- التيار، ويتم حسابه عن طريق ضرب إجمالي أحمال الطلب في 1.25 وتقريبه إلي أقرب قاطع حسب الكاتلوجات.
- تحديد تيار القصر كما سيتم شرحه لاحقاً.
- تحديد عدد الأقطاب.

الجدول التالي يوضح أنواع القواطع والفارق بينهما:-

	Miniature Circuit Breaker MCB	Molded Case Circuit Breaker MCCB	Air Circuit Breaker ACB
Rated current (Amp.)	10A TO 125A	40A TO 1600A	630A TO 6300A
Short Circuit Current (KA)	5KA TO 25KA	20KA TO 150KA	UP TO 150KA
Maintenance	Difficult	Easy Compared With MCB	Easy Compared With MCCB
Applications	For Branch Circuits (outgoing)	Main breakers for panel board	Main breakers for Main distribution board

مما سبق نجد أن الدوائر الفرعية تستخدم قواطع MCB وغالباً نستخدم 16أمبير للإنارة و 20 أمبير لدوائر مخارج القوي ويتم تحديد سعة القاطع الفرعي لباقي الأجهزة مثل المكيفات حسب الحمل.

5-1-8 رقم 8:-

يتم تحديد مصدر تغذية اللوحة الفرعية، علي سبيل المثال

SMDB-G (SUB-Main Distribution Board at Ground Floor).

5-1-9 رقم 9:-

هذة الخانة يتم تحديد مقاس الكابل الرئيسي المغذي لهذة اللوحة الفرعية وسيتم التعرف علي كيفية تحديده لاحقاً.

5-1-10 رقم 10:-

يتم إضافة مرجع لكل كابل حتي يتم تمييز كل كابل عن الأخر كما سيتم التعرف علية لاحقاً.

5-1-11 رقم 11:-

طول الكابل ، ويتم قياسه من بداية مصدر التغذية إلي القاطع الرئيسي للوحة الفرعية.

5-1-12 رقم 12:-

الفقد في الجهد ويتم جمع الفقد في الجهد من المحول إلي اللوحة الفرعية كما سيتم التعرف علية لاحقاً.

5-1-13 رقم 13:-

تيار القصر، هو أقصي قيمة لتيار القصر ممكن أن تتحملها اللوحة شاملاً الكابل الرئيسي و جميع القواطع كما سيتم التعرف علية لاحقاً.

5-1-14 رقم 14:-

هذة الخانه توضح مقاس المواسير التي تمر بها الدوائر الفرعية، وتقاس قطر المواسير عموماً بالبوصة او بالمليميتر وأشهر مقاسات المواسير 20مم، 25مم، 32مم، 38مم، 50مم، 63مم، 75مم، 110مم، 160مم. وتستخدم الأقطار الصغيرة للدوائر الفرعية 20، 25 مم.

يجب ألا تزيد مساحة مقطع الأسلاك و الكابلات عن 40% من مساحة مقطع الماسورة.

يجب تمديد أسلاك الدوائر الفرعية لكل نظام علي حدة، وأيضاً في حالة وجود مصدر تغذية غير المحول مثل المولد واليو بي أس يجب تمديد كل مصدر تغذية في مواسير مستقله عن المصادر الأخري.

5-1-15 رقم 15:-

في هذة الخانة يتم تحديد مساحة مقطع السلك المستخدم للدوائر الفرعية، وغالباً يتم إستخدام سلك مساحة مقطع 3مم2 للإنارة (القاطع 16أمبير) وسلك 4مم2 لمخارج القوي (القاطع 20أمبير) وسلك 6مم2 للقوي في حاله إن القاطع 30 أمبير، وذلك بالإضافة إلي سلك المتعادل و الأرضي ويكون غالباً مساحة مقطع سلك المتعادل نفس مساحة مقطع الوجه ولكن مساحة مقطع سلك الأرضي يساوي مساحة مقطع الوجه حتي 10مم2 وبعدها يكون مساحة مقطع سلك الأرضي نصف مساحة مقطع الوجه.

وبالتالي يتم كتابة 3x3mm2 for Lighting, 3x4mm for Sockets

5-1-16 رقم 16:-

يتم توصيف كل حمل حسب نوعه في هذة الخانة، علي سبيل المثال الإنارة Lighting ومخارج البور Sockets والمكيفات Air Condition والسخانات Water Heater وهكذا.

5-1-17 رقم 17:-

يتم تحديد رقم الدوائر من رقم 1 إلي 42 (حسب الشركة المصنعة) وتكون الأرقام الفردية علي اليسار و الزوجية علي اليمين وكل دائرة تكون متغذية من وجه معين (Phase) وتكون تغذية اللوحة من خلال كابل ثلاثي الأوجه (أحمر – أصفر – أزرق) بالإضافة إلي الكابل المتعادل (أسود) و الأرضي (أخضر أو أخضر مخطط بأصفر).

5-1-18 رقم 18:-

يتم تسجيل الحمل في هذة الخانة حسب أجمالي الأحمال لكل دائرة، ويتم تسجيل الحمل بالفولت أمبير لكل دائرة ولحساب الفولت أمبير لكل دائرة يجب معرفة ال Power Factor حسب نوع الحمل:-

V(Volt) X I(Amp.) = P(Watt)/P.F

للإنارة (الفلوريسينت) = 0.95.

للإنارة (اللمبات التوهجية) = 1.

للإنارة (لمبات التفريغ الكهربي) = 0.85.

لمخارج القوي = 0.8.

للمكيفات و المضخات = 0.85.

للسخانات = 1.

و عموماً يجب مراعاة ألا يتعدي حمل أي دائرة (لينية Circuit) عن 80% من قيمة القاطع ويفضل في دوائر الإنارة التي لا تتعدي ال 50%، وبالتالي فإن أقصي حمل لدائرة الإنارة الفرعية لا يتعدي ال1760 فولت.أمبير (في حالة استخدام قاطع فرعي 16 أمبير).

ويتم تصميم دوائر القوي للمخارج و المكيفات حسب ما تم ذكره في تصميم القوي بحيث لا يتعدي 80% من قيمة القاطع.

5-1-19 رقم 19:-

يتم تحديد القاطع كما تم ذكرة سابقاً ويستخدم ال MCB من 16 إلي 125 أمبير حسب حمل الدائرة وتكون سعة القواطع حسب الشركة المصنعة 16، 20، 32، 40، 50، 63 ،80 ، 90، 100، 125 أمبير.

5-1-20 رقم 20:-

في هذة الخانات يتم تجميع الحمل علي كل وجه (Phase) علي حدة بحيث تكون الخانة أسفل حرف R هي مجموع الأحمال علي الوجه Red والخانة أسفل الحرف Y هي مجموع الأحمال علي الوجه Yellow والخانه أسفل الحرف B هي مجموع الأحمال علي الوجه Blue .

ويراعي أن تكون الأحمال متوازنة بين الثلاث أوجه، ويتم حساب التوازن من المعادلة التالية:-

(Largest load-Smallest Load)/Largest load≤ 10%

وفي حالة الزيادة يجب إعادة توزيع الأحمال في جدول الأحمال حتي تحقق التوازن.

5-1-21 رقم 21:-

نستخدم قواطع مزودة بحماية ضد التسريب في حالة أن المخارج في أماكن رطبة مثل المطابخ و غرف المضخات وإنارة حمامات السباحة...الخ .

ويتم إضافة * بجوار القاطع، ويتميز القاطع بالقدرة علي الفصل مباشرة في حالة حدوث تسريب في التيار في حدود 30mA او 300mA حسب التوصيف .

5-1-22 رقم 22:-

يتم تجميع الأحمال الفعلية علي الثلاث أوجه وكتابتها في خانة ال Connected Load (KVA).

5-1-23 رقم 23:-

يتم تحديد ال Demand Factor كما تم شرحه بالتفصل مع تقدير الأحمال في بداية أي مشروع.

5-1-24 رقم 24:-

القيمة في كل خانة عبارة عن حاصل ضرب معامل الطلب في الحمل الفعلي لكل وجه (Phase).

5-1-25 رقم 25:-

يتم تجميع إجمالي أحمال الطلب للثلاث أوجه في هذة الخانة.

5-1-26 رقم 26:-

يتم حساب التيار الإجمالي حسب حمل الطلب من المعادلة التالية.

$$P\ (VI) = \sqrt{3} \times V \times I$$

$$I\ (Amp) = P/(\sqrt{3} \times V)$$

P القدرة بالفولت أمبير.

V الفولت ثلاثي الأوجة.

5-1-27 رقم 27:-

يتم ضرب إجمالي الحمل بالأمبير في 1.25 حتي يتم معرفة أقرب قاطع رئيسي للوحة.

ويتم أختيار أقرب قاطع مناسب للحمل من الكاتلوج، الجدول التالي يوضح قيم

الFrame , Trip للقواطع ال MCCB :-

Molded case circuit breakers (MCCB)	
Ampere Trip (A)	Ampere Frame (A)
40,50,63,80,100	100
125,160	160
200,225,250	250
320,400	400
500,630	630
800,1000	1000

5-2 تطبيق عملى لتصميم جداول الأحمال:-

- قم بفتح ملف الإنارة والقوي الذي تم تصميمهم من قبل وقم بإستكمال التوصيل وترقيم الدوائر.
- يجب إضافة حمل كل دائرة في جدول الأحمال الموجود في فولدر EDC .
- تعرف علي كيفية حساب القاطع الرئيسي للوحة.

3-5 تصميم لوحات تغذية الإنارة الخارجية:-

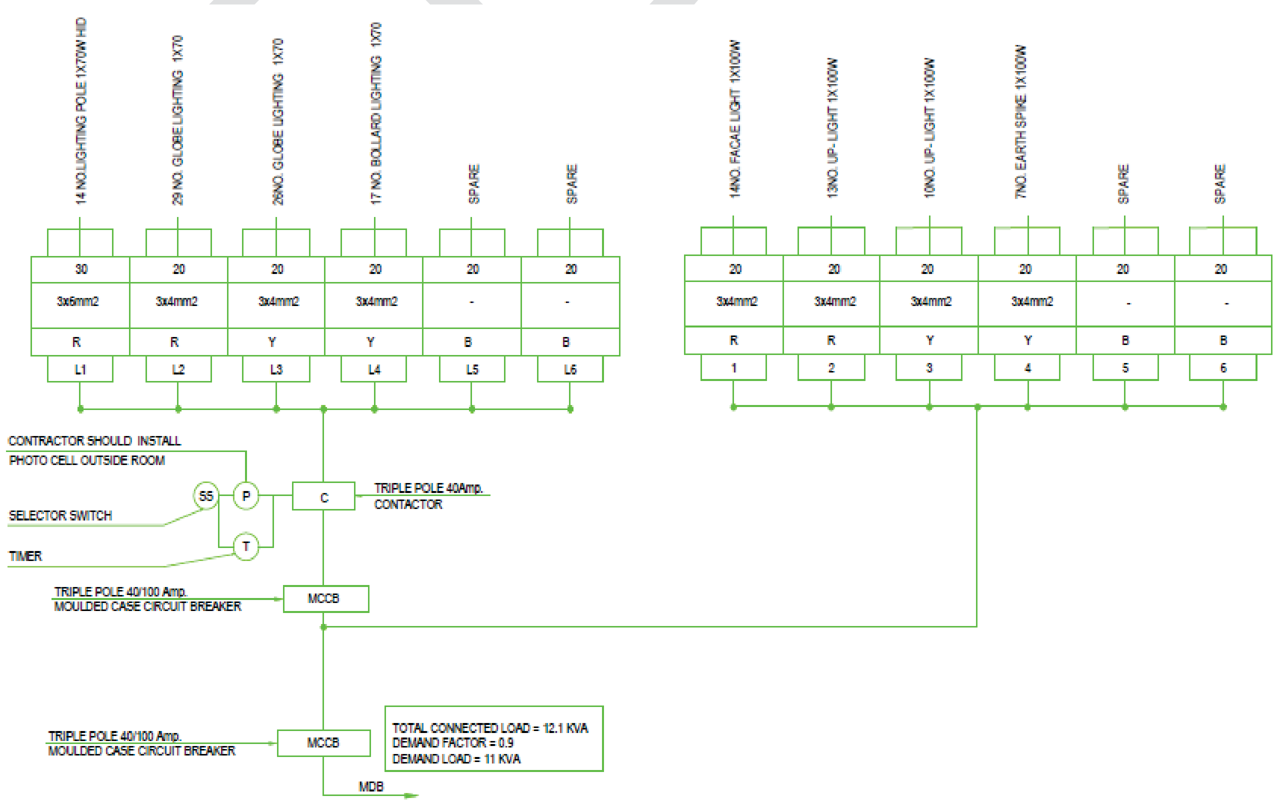
يختلف تصميم الإنارة الخارجية عن الإنارة الداخلية في زيادة جزء خاص بالتحكم في الإنارة والذي لم يكن موجود في جداول أحمال الإنارة الداخلية حيث كنا نتحكم في الإنارة عن طريق مفاتيح إنارة مستقله.

يتم التحكم في الإنارة الخارجية بثلاث طرق:-

- عن طريق الخلايا الضوئية، وهي تستخدم في حالة أننا نريد تشغيل الإنارة أوتوماتيكيا في حالة غياب ضوء الشمس مثل إنارة الطرق و الأسوار ...الخ.
- عن طريق تحديد زمن معين للتشغيل من خلال Timer .
- عن طريق الإنارة من خلال المفاتيح (او القواطع) ويستخدم للإنارة الخارجية الديكورية التي لا تحتاج تشغيل مستمر.

وبنفس الطريقة يتم إدخال البيانات و الأحمال لكل دائرة علي حدة وحساب القاطع الرئيسي مثل جداول الأحمال الداخلية.

الشكل التالي يوضح جدول أحمال لتغذية الإنارة الخارجية:-



4-5 تطبيق عملى لتصميم جداول أحمال الإنارة الخارجية:-

- قم بفتح ملف الإنارة الخارجية الذي تم تصميمه من قبل وقم بإستكمال التوصيل وترقيم الدوائر.
- يجب إضافة حمل كل دائرة في جدول أحمال الإنارة الخارجية الموجود في فولدرEDC.
- تعرف علي كيفية حساب القاطع الرئيسي للوحة.

الباب السادس

حسابات الكابلات
والمخطط الأحادي للقوي

مقدمه

1-6 أنواع الكابلات:-

تنقسم الكابلات إلي كابلات جهد عالي و جهد متوسط و جهد منخفض، وسوف يتم التركز في هذة الدورة علي كابلات الجهد المنخفض.

تنقسم كابلات الجهد المنخفض إلي كابلات نحاس و كابلات ألومنيوم، والجدول التالي يوضح مقارنة بين النوعين:-

أوجه المقارنة	كابلات النحاس	كابلات ألومنيوم
التكلفة	أغلي	أرخص
الفقد في الجهد	قليل	عالي
التوصيلية الكهربائية	أكبر	أصغر
الوزن	أثقل	أخف
التوصيليه الحرارة	أعلي	أقل
الجهود الميكانيكية	أكثر تحملا	أقل تحملا
المرونة	أكثر مرونة	أقل مرونة
المقاومة	قليلة	أعلي

مما سبق نستنتج أنه يفضل إستخدام كابلات النحاس لكفائتها العالية، ولكن في حالة تقليل تكلفة المشروع يتم إستخدام كابلات الألومنيوم.

وتنقسم الكابلات أيضاً إلي كابلات مصمتة(Solid) و مجدولة(Stranded) و شعر (Flexible) والجدول التالي يوضح مقارنة بين أنواع الكابلات السابقة:-

مصمت (Solid)	مجدول (Stranded)	شعر (Flexible)
صلب وغير مرن	نصف مرن	مرن جدا
يتحمل تيار أقل	يتحمل تيار أعلي	يتحمل أعلي تيار
أرخص	متوسط الثمن	أغلي
قليل الأستخدام (يستخدم كأسلاك داخل المباني للإنارة و القوي)	الأكثر استخداماُ	يستخدم كأسلاك داخل المباني للإنارة و القوي

مما سبق نستنتج أنه في حالة الكابلات الرئيسية يفضل إستخدام الكابلات المجدولة وفي حالة الأسلاك داخل المباني يتم إستخدام الكابلات المصمتة (كفائة أعلي في التوصيلات الداخلية) أو الشعر.

والكابلات أيضاً ممكن أن تكون قالب واحد (Single Core) أو متعددة القوالب (Multi Core) والجدول التالي يوضح مقارنة بينهم:-

أوجة المقارنة	متعدد القوالب (Multi-core)	قالب واحد (Single Core)
تحمل التيار	أقل، لزيادة التوصيلية الحرارية بين الثلاث قوالب مما يقلل من التوصيليه الكهربيه	أعلي
المجال المغناطيسي	أقل لأن المجال المغناطيسي الناتج عن كل كابل يلاشي الأخر بطريقة ال Trefoil	أكبر
طريقة كتابة مقاس الكابل	4CX240+1X120	4(1CX240)+1X120

مما سبق نستنتج أن الكابلات المتعددة القوالب أكثر استخداماً، ويمكن استخدام الكابلات ذات القالب الواحد في حالة أن مقاس الكابل أكبر من 120 مم2 ويتم تمديده داخل المباني.

الجدول التالي يوضح مقاسات الكابلات ومقاس كابل الأرضي:-

مساحة مقطع كابل الأرضي مم2	مساحة مقطع كابل النحاس مم2
1.5	1.5
2.5	2.5
4	4
6	6
10	10
10	16
16	25
16	35
25	50
35	70
50	95
70	120
70	150
95	185
120	240
150	300
240	400
240	500
300	630

2-6 مكونات كابلات الجهد المنخفض:-

تتكون كابلات الجهد المنخفض من موصلات كما تم ذكرها سابقاً و عزل(واشهر انواعه البولي إيثلين المتشابك XLPE و البولي فينيل كلورايد PVC) وغلاف خارجي من البولي فينيل كلورايد PVC في حالة الكابلات المفرده و المتعدده وحشو بين الكابلات المتعددة القوالب وعادةً يتم صناعتها من البولي فينيل كلورايد PVC ويمكن تسليح الكابلات في حالة الدفن المباشر لحماية الكابلات من الضغوط الميكانيكية.

تكون وظيفة الموصل بنقل التيار الكهربي من مكان الي آخر وانواعه كما تم ذكرها سابقا بالتفصيل، وتكون وظيفة مادة العزل بعزل الفازات عن بعضها البعض و حماية القائم علي العمل.

تكون وظيفة الحشو هي حماية الفازات بعضها من بعض و استدارة الكابلات و حماية الفازات من التسليح، وتكون وظيفة الغلاف الخارجي الحماية من التآكل.

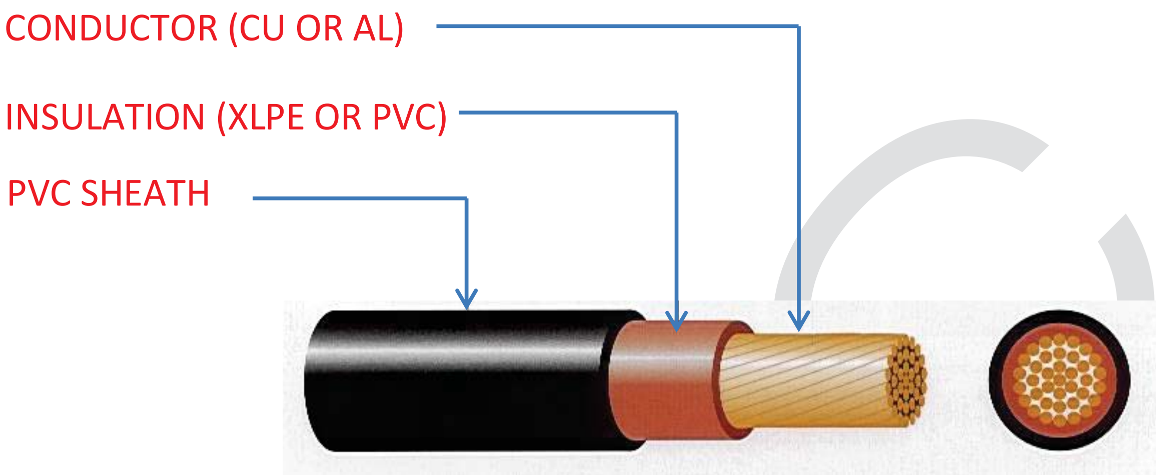
فيما يلي جدول يوضح مقارنه بين أنواع العزل المختلفة:-

أوجه المقارنة	البولي إيثلين المتشابك	البولي فينيل كلورايد
أقصي درجة حرارة يتحملها الكابل في حالة Rated Current	90C	70C
أقصي درجة حرارة يتحملها الكابل في حالة Short Circuit Current	250C	150C
التكلفة	أغلي	أرخص

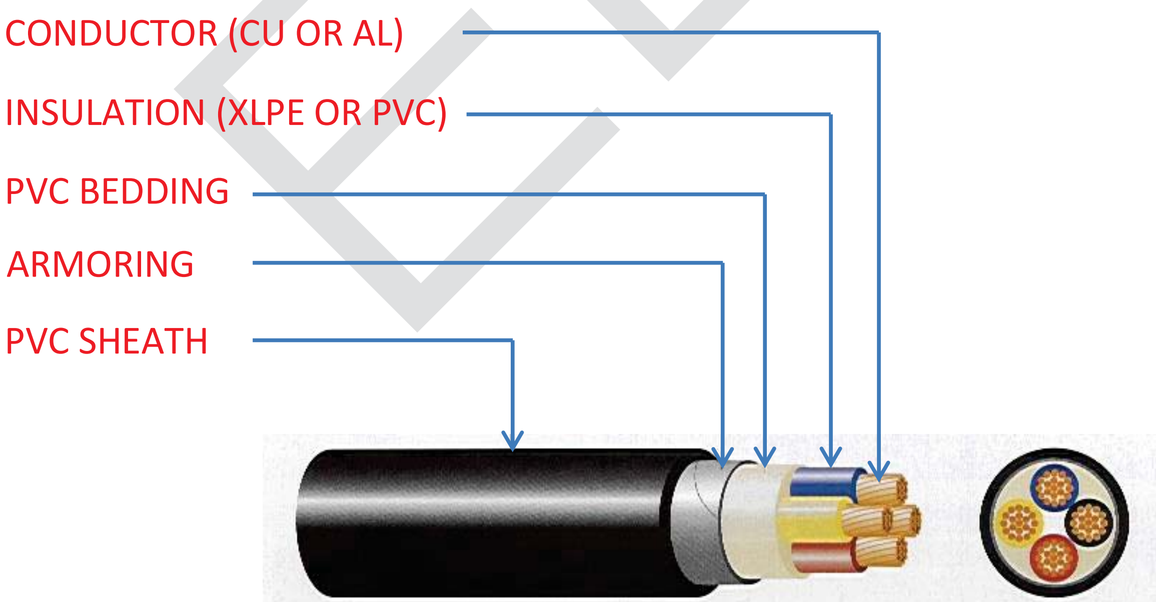
3-6 أمثلة توضيحية لطريقة كتابة أنواع الكابلات المختلفة:-

- تابع مع المحاضر للتعرف علي كيفية كتابة الكابلات بأنواعها المختلفة (متعدد و مفرد) ونوع العزل (XLPEوPVC) .

الأشكال التاليه توضح مما تتكون الكابلات المفردة و المتعددة:-



SINGLE CORE CABLE



MULTICORE CABLE

حسابات الكابلات
والمخطط الأحادي للقوي

4-6 أسس إختيار الكابلات:-

بعد ما تم التعرف علي كيفية تصميم جداول الأحمال شاملاً تحديد سعة القاطع الرئيسي للوحات، فسوف يتم التعرف علي كيفية إختيار الكابلات المغذية للوحات وهي تعتمد علي العوامل التالية:-

- جهد النظام.
- سعة القاطع الرئيسي Trip .
- العوامل التي تقلل من قيمة التيار التي يستطيع أن يتحملها الكابل Derating Factors.
- حساب الفقد في الجهد المسموح به.
- تيار القصر للوحة المطلوب تغذيتها.

سيتم التركيز علي حسابات كابلات الجهد المنخفض التي يصل الجهد بها إلي 1000 فولت و تكون غالباً فولت 1000/600.

بالنسبة لسعة القاطع تم التعرف عليها في حسابات جداول الأحمال، هذة القيمة صممت لتحمي الكابل الرئيسي المغذي لهذا القاطع وبالتالي فإن إختيار الكابل لابد أن يتحمل تيار أعلي من قيمة القاطع Trip Ampere وذلك بعد تطبيق العوامل التي تغير من قيمة التيار التي يستطيع أن يتحملها الكابل التي تعرف بال Derating Factors.

وتنقسم هذة العوامل إلي أربع أنواع، معامل درجة الحرارة و المعامل الخاص بعمق الدفن والمعامل الخاص بعدد الكابلات (للأحمال المختلفة) التي تمر مع بعضها في نفس المسار ومعامل نوع التربة.

الجداول التالية توضح المعاملات التي تؤثر في إختيار الكابلات في حالة دفن الكابلات مباشر في الأرض:-

معامل إختلاف درجة الحرارة

نوع العزل	درجة حرارة التربة °C						
	25	30	35	40	45	50	55
XLPE	1.09	1.04	1	0.95	0.9	0.85	0.80
PVC	1.1	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77

معامل خاص بعمق الدفن

عمق الدفن بالمتر	مساحة مقطع الكابل مم2		
	حتي 50مم2	من 70مم2 إلي 300 مم2	أعلي من 300مم2
0.5	1	1	1
0.6	0.99	0.98	0.97
0.8	0.97	0.96	0.94
1.0	0.95	0.93	0.92
1.25	0.94	0.92	0.89
1.60	0.93	0.9	0.87
1.75	0.92	0.89	0.86
2.0	0.91	0.88	0.85

معامل خاص بمقاومة التربة

المقاومة الحرارية للتربة °C.m/W	0.8	0.9	1.2	1.5	2.0	2.5
معامل مقاومة التربة	1.17	1.12	1.0	0.91	0.8	0.73

الجداول التالية توضح المعاملات التي تؤثر في إختيار الكابلات في حالة تمديد الكابلات في الهواء :-

معامل إختلاف درجة الحرارة

نوع العزل	درجة حرارة التربة °C						
	25	30	35	40	45	50	55
XLPE	1.14	1.1	1.05	1	0.95	0.89	0.64
PVC	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82

معامل خاص بعدد الكابلات في نفس المسار (للأحمال المختلفة)

خاص بالكابلات المتعددة القوالب

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	مسافة 0.15م	مسافة 0.3م	مسافة 0.45م
2	0.81	0.87	0.91	0.93
3	0.70	0.78	0.84	0.88
4	0.63	0.74	0.81	0.86
5	0.59	0.70	0.79	0.84
6	0.55	0.69	0.77	0.83

خاص بالكابلات المفردة

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية منبسط FLAT	بدون مسافات بينية ثلاثيTREFOIL	مسافة 0.15م	مسافة 0.3م	مسافة 0.45م
2	0.78	0.81	0.83	0.88	0.91
3	0.66	0.70	0.73	0.79	0.84
4	0.61	0.64	0.66	0.73	0.81
5	0.56	0.6	0.64	0.73	0.79
6	0.53	0.57	0.61	0.71	0.78

الجداول التالية توضح المعاملات التي تؤثر في إختيار الكابلات في حالة تمديد الكابلات في مواسير مدفونة بالأرض :-

معامل خاص بمقاومة التربة

المقاومة الحرارية للتربة °C.m/W	0.8	0.9	1.2	1.5	2.0	2.5
معامل مقاومة التربة	1.07	1.06	1.0	0.96	0.88	0.83

معامل خاص بعمق الدفن

عمق الدفن بالمتر	كابلات مفردة	كابلات متعددية القوالب
0.5	1.0	1
0.6	0.98	0.99
0.8	0.95	0.98
1.0	0.93	0.96
1.25	0.91	0.95
1.60	0.89	0.94
1.75	0.88	0.94
2.0	0.87	0.93
2.5	0.86	0.92
3.0	0.85	0.81

<u>معامل خاص بعدد الكابلات في نفس الماسورة أو في مواسير مجاورة (للأحمال المختلفة)</u>

<u>خاص بالكابلات المفردة</u>

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	مسافة 0.45م	مسافة 0.6م
2	0.87	0.91	0.93
3	0.78	0.84	0.87
4	0.74	0.81	0.86
5	0.70	0.79	0.83
6	0.69	0.78	0.82

<u>خاص بالكابلات المتعددة</u>

عدد الدوائر	بدون مسافات بينية	مسافة 0.3م	مسافة 0.45م	مسافة 0.6م
2	0.9	0.93	0.95	0.86
3	0.83	0.89	0.91	0.93
4	0.79	0.85	0.89	0.92
5	0.75	0.83	0.88	0.91
6	0.73	0.82	0.87	0.90

وبعد تحديد المعاملات التي تؤثر علي إختيار الكابل (حيث إنها تغير في قيمة التيار الذي يتحملة الكابل) يتم ضربها في بعض لتحديد المعامل الكلي وبعدها يتم قسمة قيمة سعة القاطع بالأمبير Trip Rating علي حاصل ضرب المعاملات في بعض وبالتالي يتم تحديد اقصي تيار يمكن أن يمر في الكابل ويتم إختيار الكابل من الجداول التالية حسب عدد القوالب و نوع الموصل و نوع العزل و طريقة التمديد.

وسيتم التركيز في الشرح علي كابلات النحاس ذات العزل ال XLPE .

الجدول التالي يحدد أقصي تيار يتحملة الكابل حسب طريقة التمديد للكابلات النحاس عزل XLPE وجهد 1000/600 فولت :-

<u>للكابلات المفردة</u>

مساحة مقطع الكابل مم2	أقصي تيار يتحملة الكابل				المقاومة mΩ/m
	تمديد في الأرض		تمديد في الهواء		
	دفن مباشر (ثلاثي) (TREFOIL	داخل مواسير	بدون مواسير (ثلاثي) (TREFOIL	داخل مواسير	
1.5	30	22	22	19	15.4
2.5	39	28	29	24	9.45
4	50	38	38	32	5.88
6	63	47	49	40	3.93
10	83	63	66	54	2.33
16	107	82	88	70	1.47
25	137	106	116	82	0.927
35	185	127	143	112	0.688
50	195	151	175	134	0.494
70	238	187	222	168	0.342
95	265	225	274	205	0.247
120	327	258	326	237	0.198
150	363	290	367	269	0.158
185	410	330	425	308	0.128
240	474	362	505	361	0.098
300	532	431	583	411	0.079
400	500	489	676	489	0.0629
500	673	550	779	533	0.0504
600	752	616	900	603	15.4

Prepared By: Ahmed Abdel-Hady

<u>للكابلات المتعددة</u>

مساحة مقطع الكابل مم2	أقصي تيار يتحملة الكابل				المقاومة mΩ/m
	تمديد في الأرض		تمديد في الهواء		
	دفن مباشر	داخل مواسير	بدون مواسير	داخل مواسير	
1.5	27	22	22	18	15.4
2.5	35	29	29	24	9.45
4	45	37	36	31	5.88
6	55	46	48	39	3.93
10	76	62	57	52	2.33
16	96	80	88	68	1.47
25	126	104	118	90	0.927
35	157	125	142	107	0.688
50	187	149	175	129	0.494
70	229	183	220	161	0.342
95	276	220	272	196	0.247
120	313	251	318	226	0.198
150	350	283	363	258	0.158
185	395	321	418	295	0.128
240	459	372	498	348	0.098
300	516	420	571	394	0.0812
400	564	478	665	454	0.0668
500	665	538	780	515	0.0538

<u>مثال رقم 1:</u>

مطلوب حساب الكابل المناسب (متعدد القوالب ونوع العزل XLPE) لقاطع 100 أمبير حيث إن إجمالي حمل الطلب 75 أمبير وطول الكابل 120 متر ويتم تمديد الكابل داخل حامل كابلات Cable Tray وفي نفس حامل الكابلات توجد 6 كابلات لدوائر مختلفة ولا توجد مسافات بينهم وأقصي درجة حرارة للوسط المحيط 50 درجة مئوية.

<u>الحل :</u>

يتم حساب المعاملات من الجداول السابقة:-

معامل درجة الحرارة = 0.89

معامل عدد الكابلات = 0.55

إجمالي المعاملات = 0.55*0.89 = 0.4895

أقصي تيار يتحملة الكابل = 0.4895/100 = 204 أمبير

بالرجوع إلي جدول الكابلات المتعددة فإن الكابل مساحة مقطع 70 مم2 يتحمل تيار 220 أمبير في الهواء ومثبت علي حامل كابلات.

وبعد ما تم حساب الكابل بصورة مبدئية فإنة يجب معرفة قيمة الفقد في الجهد حتي لا تتجاوز 2.5% من أي مصدر تغذية إلي أي مصدر تغذية أخر أو من اللوحات الفرعية إلي أخر نقطة تغذية للإنارة و القوي، وأيضاً إجمالي الفقد في الجهد لا يزيد عن 5% من المحول إلي أخر نقطة تغذية.

المعادلة التالية توضح طريقة حساب الفقد في الجهد :

V.D% = ((Voltage Drop for Cable mv/amp/m) * I * L)) * 100 / 1000 * V

I : إجمالي تيار الطلب للوحة بالأمبير.

L : أقصي طول للكابل بالمتر.

V : قيمة الجهد المنخفض 400 فولت.

Mv/amp*m : الفقد في الجهد للكابل ويحدد من الجدول التالي:-

الجدول التالي يحدد قيمة الفقد في الجهد للكابلات المتعددة و نفس القيم تقريباً للكابلات المفردة ونوع الموصل نحاس:-

مساحة مقطع الكابل مم2	الفقد في الجهد mv/amp/m
1.5	22.8
2.5	14
4	8.7
6	5.9
10	3.5
16	2.2
25	1.6
35	1.1
50	0.61
70	0.59
95	0.44
120	0.37
150	0.31
185	0.27
240	0.23
300	0.2
400	0.18
500	0.15

وبالرجوع إلي الجدول السابق نجد أن الفقد في الجهد للكابل 70مم2 هو 0.59 ويتم التعويض في المعادلة السابقة.

VD% = ((0.59*75*120)*100) / (1000*400) = 1.3%

وبالتالي نجد إن هذة القيمة مقبولة ويجب التأكد في نهاية المشروع إن الفقد في الجهد الإجمالي من المحول إلي أخر نقطة لا يتعدي ال5% .

يجب أيضاً حساب تيار القصر الذي سيتم إختيار الكابل علي أساسه و يتم إختيار القاطع الرئيسي و القواطع الفرعية حتي تتحمل نفس قيمة تيار القصر لمدة زمنية محددة غالباً يتم إختيارها 200 ms (تتراوح بين 100ms إلي 5s) .

تكون قيمة تيار القصر KA (بالكيلو أمبير) ويتم تقريبه لأقرب 5KA (أقرب 5 كيلو) .

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$Isc = \frac{V}{\sqrt{3}\,\sqrt{R^2+X^2}}\ \text{KA}$$

V : قيمة الجهد المنخفض بالفولت.

R : إجمالي المقاومة Resestance (mΩ) من المحول للنقطة المراد حساب تيار القصر عندها.

X : إجمالي المفاعلة Reactance (mΩ) من المحول للنقطة المراد حساب تيار القصر عندها.

بالنسبة لقيمة الR,X للمحول يتم معرفتها من الكاتلوج ويتم حساب قيم ال R للكابلات لكل متر أيضاً من الكاتلوج وبعدها يتم ضرب القيمة في طول الكابل حسب المعادلة التالية:-

$$R\ (m\Omega) = m\Omega/M \times L$$

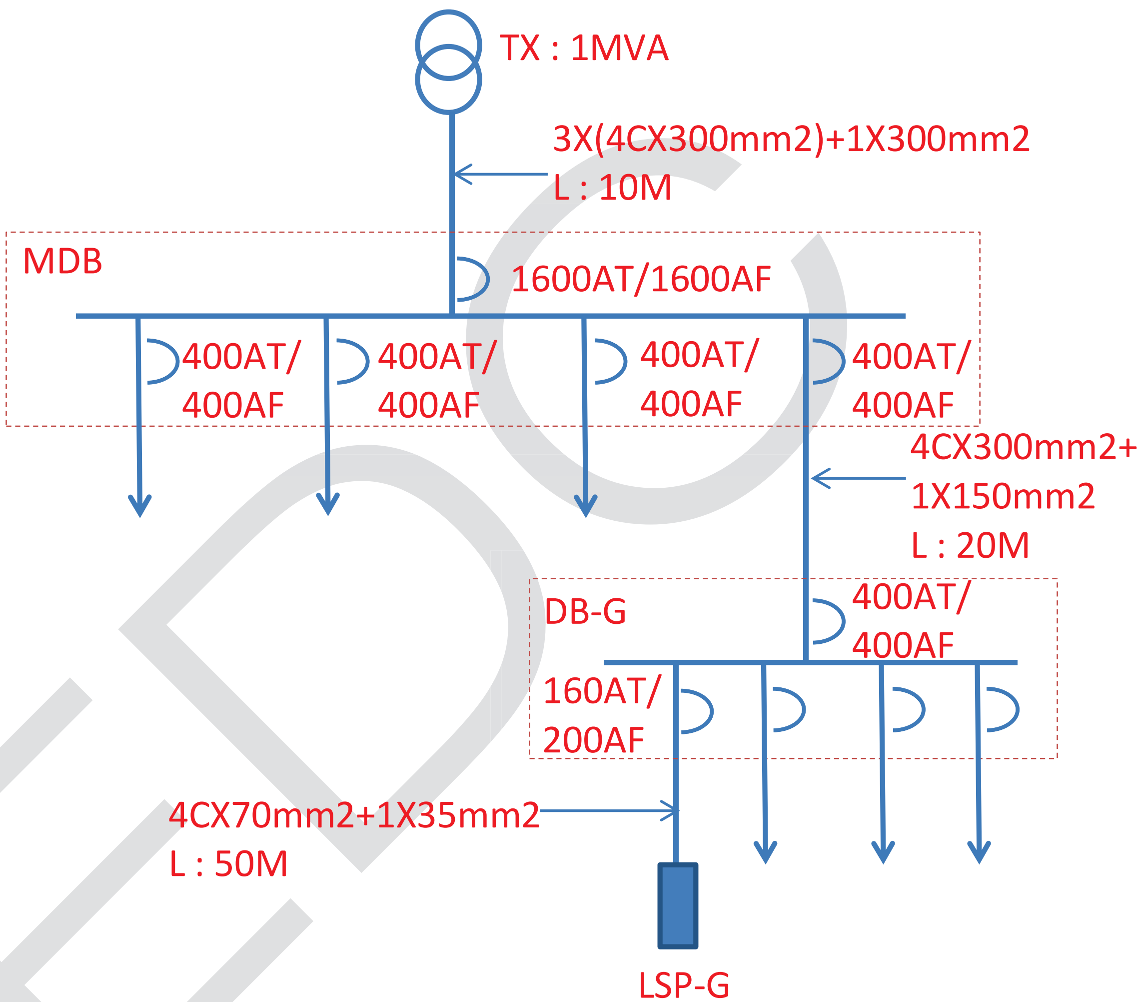
وبالنسبة لقيمة ال X بالنسبة للكابلات يتم حسابها من المعادلة التالية :-

$$X\ (m\Omega) = 0.08 \times L$$

مثال رقم 2:

مطلوب حساب قيمة تيار القصر للوحة التوزيع الرئيسية MDB ولوحة التوزيع DB-G واللوحة الفرعية LSP-G علماً بأن سعة المحول 1MVA زيتي والكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية مقاس 3X(4CX300mm2)+1X300mm2G وطول الكابل 10متر والكابل الرئيسي المغذي للوحة التوزيع DB-G هو 4CX300mm2+1X150mm2G وطول الكابل 20 متر والكابل المغذي للوحة الفرعية LSP-G هو 4CX70mm2+1X70mm2G وطول الكابل 50 متر.

المخطط الأحادي التالي يوضح المثال السابق:-



الحل:

حتي يتم حساب تيار القصر من المعادلة السابقة يجب حساب ال R,X للمحول و الكابل المغذي للوحة الرئيسية MDB والكابل المغذي للوحة ال DB-G والكابل المغذي للوحة الفرعية LSP-G

بالنسبة للمحول R1=1.7 mΩ ,X1=9.4 mΩ.

بالنسبة للكابل الرئيسي مقاس 3X(4CX300mm2) وطولة 10متر فإن ال R2,X2

R2= (0.0812 X 10)/3=0.812/3= 0.27 mΩ , X2= 0.08 X 10= 0.8 mΩ

بالنسبة للكابل المغذي للوحة DB-G مقاس 4CX300mm2 وطولة 20متر فإن ال R3,X3

R3= 0.0812 X 20=1.624 mΩ , X3= 0.08 X 20= 1.6 mΩ

بالنسبة للكابل المغذي للوحة الفرعية مقاس 4CX70mm2 وطولة 50متر فإن ال R4,X4

R4= 0.342 X 50=17.1 mΩ , X4= 0.08 X 50= 4 mΩ

لحساب تيار القصر علي اللوحة الرئيسية يجب جمع قيمة مقاومة المحول بالإضافة إلي مقاومة الكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية MDB

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$Isc1 = \frac{V}{\sqrt{3}\sqrt{(R1+R2)^2+(X1+X2)^2}} \text{KA}$$

$$Isc1 = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{(1.7+0.27)^2+(9.4+0.8)^2}} = 22\text{KA} = 25\text{KA}$$

لحساب تيار القصر علي اللوحة DB-G يجب جمع قيمة مقاومة المحول بالإضافة إلي مقاومة الكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية MDB بالإضافة إلي مقاومة الكابل المغذي للوحة DB-G

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$Isc2 = \frac{V}{\sqrt{3}\sqrt{(R1+R2+R3)^2+(X1+X2+X3)^2}} \text{KA}$$

$$Isc2 = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{(1.7+0.27+1.624)^2+(9.4+0.8+1.6)^2}} = 19\text{KA} = 20\text{KA}$$

لحساب تيار القصر علي اللوحة LSP-G يجب جمع قيمة مقاومة المحول بالإضافة إلي مقاومة الكابل الرئيسي المغذي للوحة الرئيسية MDB بالإضافة إلي مقاومة الكابل المغذي للوحة DB-G بالإضافة إلي الكابل المغذي للوحة الفرعية LSP-G.

ويتم حساب قيمة تيار القصر من المعادلة التالية:-

$$Isc3 = \frac{V}{\sqrt{3}\sqrt{(R1+R2+R3+R4)^2+(X1+X2+X3+X4)^2}} KA$$

$$Isc3 = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{(1.7+0.27+1.624+17.1)^2+(9.4+0.8+1.6+4)^2}} = 8.8KA = 10KA$$

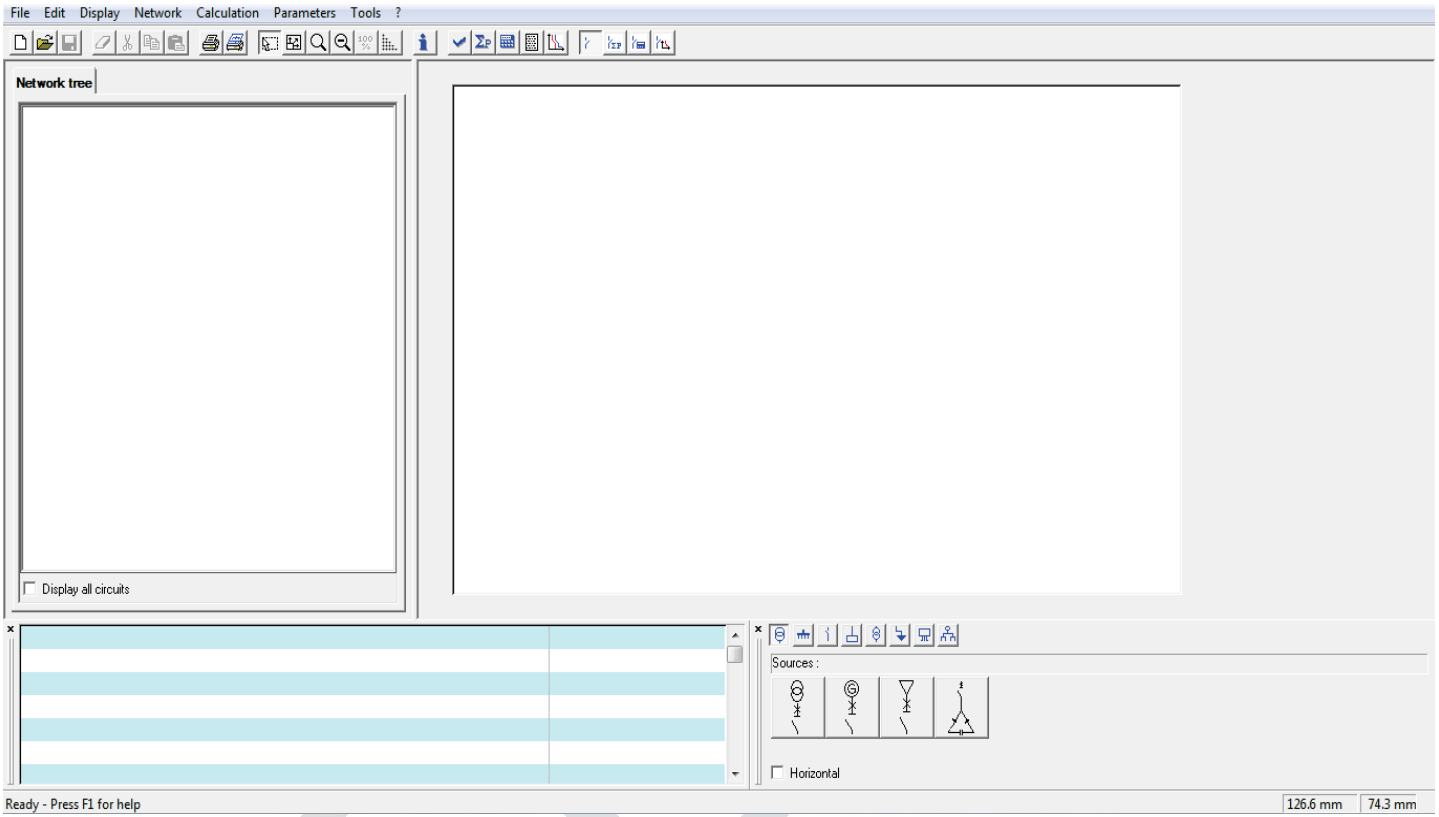
5-6 المخطط الأحادي للقوي :-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد.
- تم التعرف علي كيفية حساب الأحمال للوحات الفرعية و حسابات الكابلات و تحديد سعة المحول.
- تعرف علي كيفية تحديد سعة المولد و اللوحات الرئيسية.

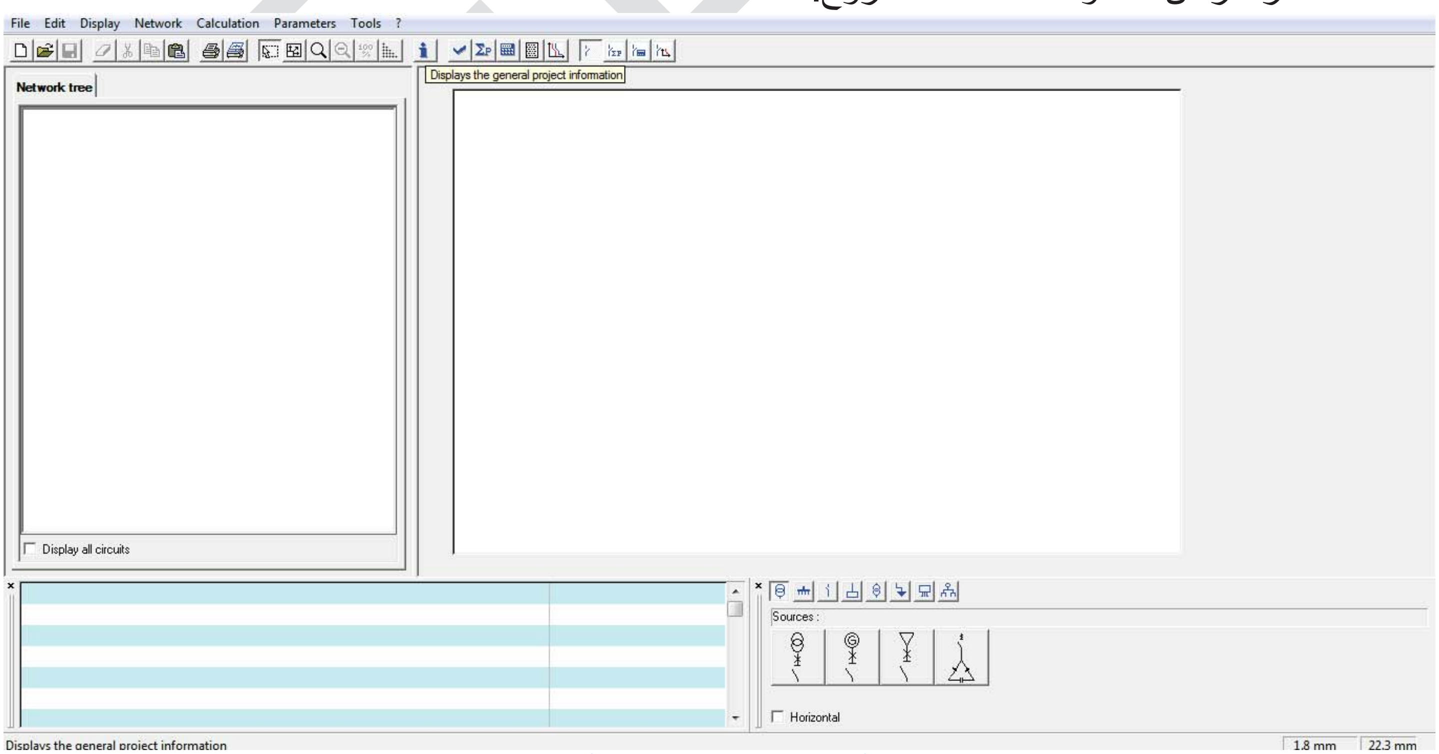
7-6 كيفية إستخدام برنامج الإيوكوديال :-

- برنامج الإيكوديال هو بديل للحسابات اليدوية السابقة وعن طريقة يتم تحديد سعة المحول و سعة جميع القواطع وحسابات الكابلات شاملاً الفقد في الجهد و تيار القصر.

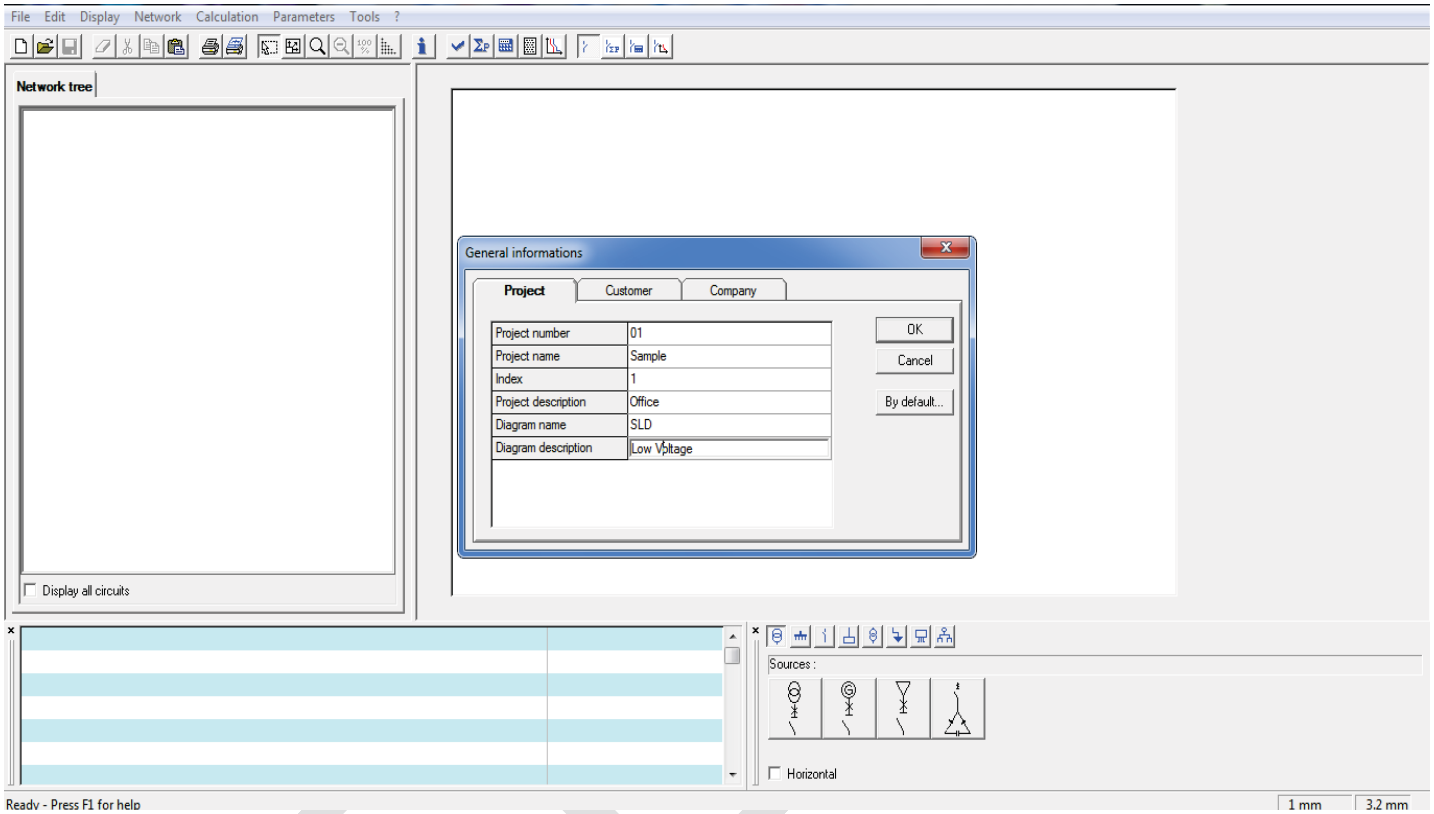
قم بفتح البرنامج من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.



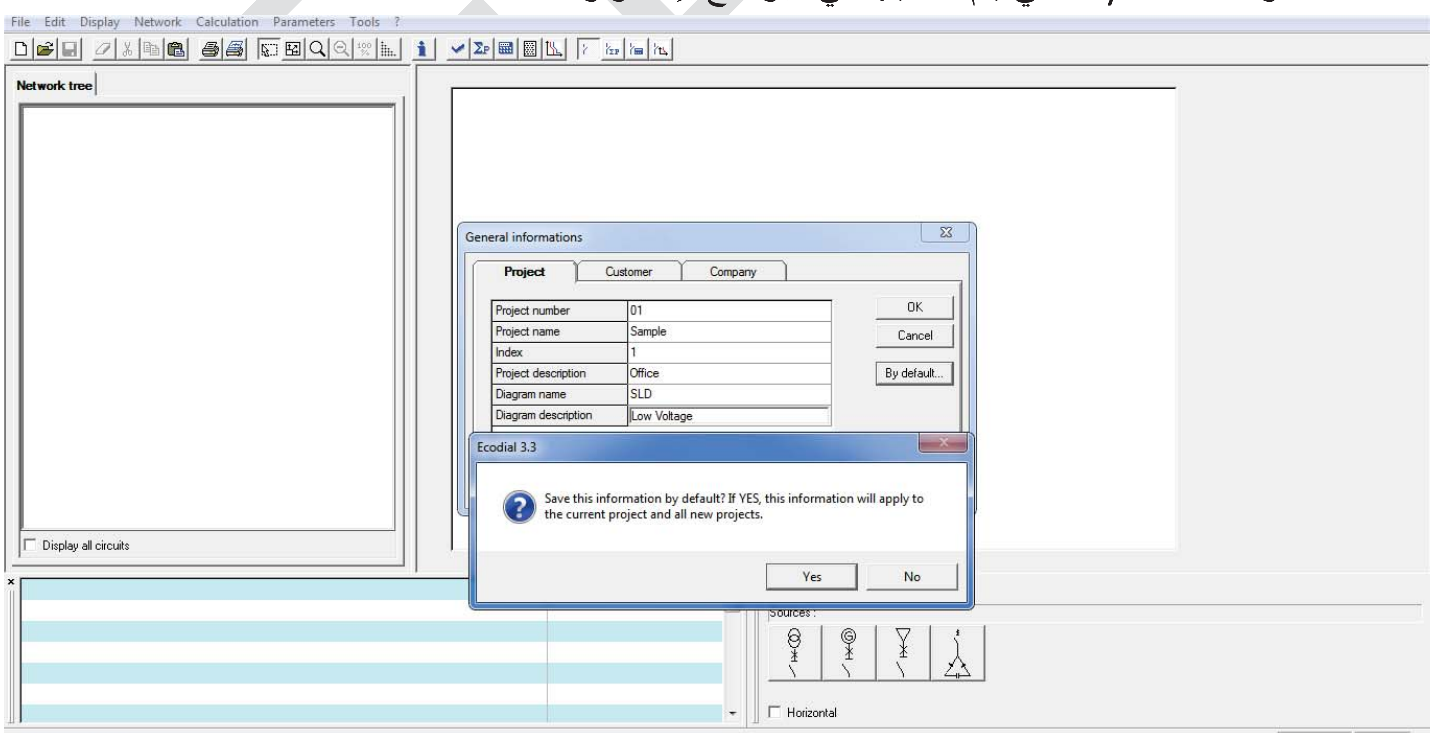
أختر عرض المعلومات العامه للمشروع.



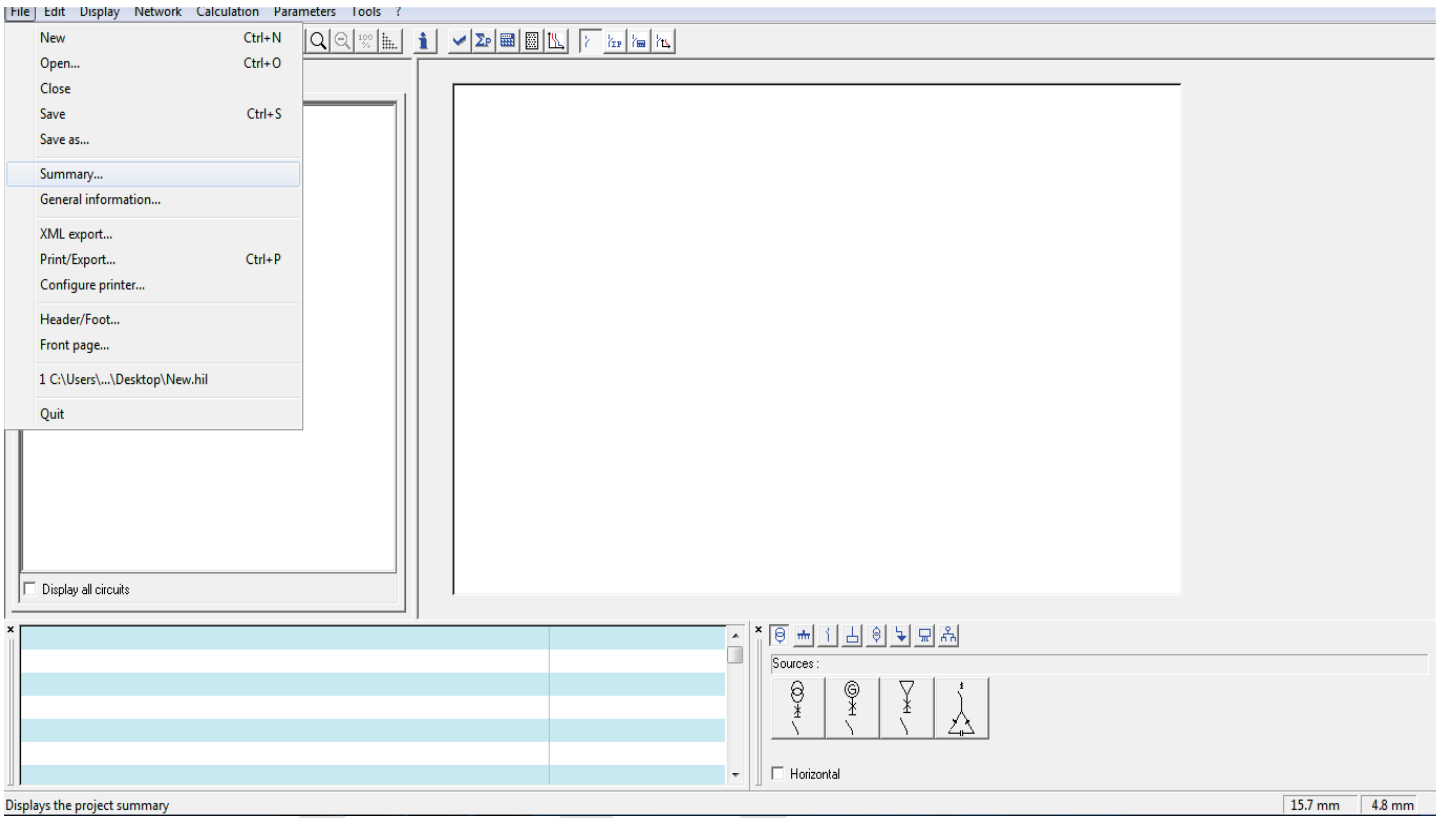
قم بإدخال البيانات الخاصة بالمشروع.



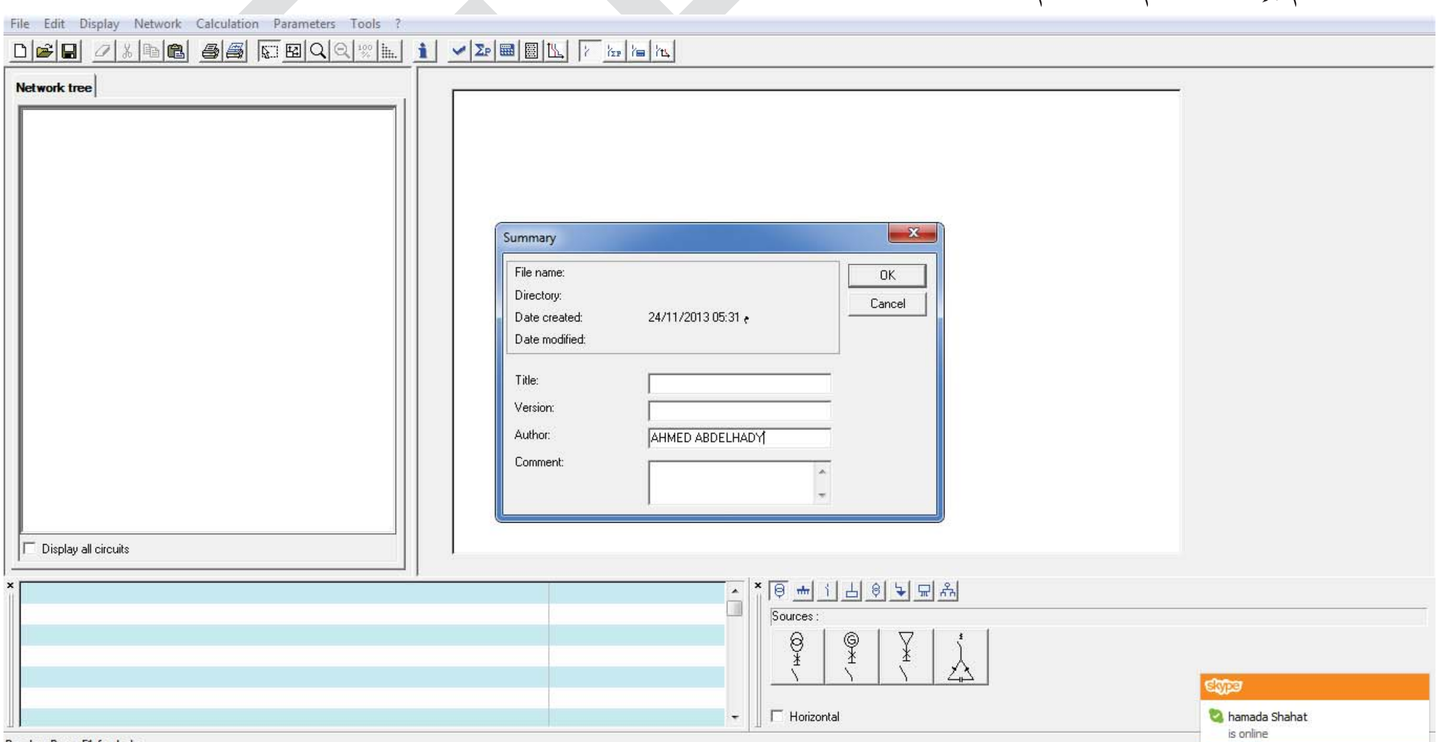
أختر By Default حتي يتم تسجيلها في البرنامج بإستمرار.



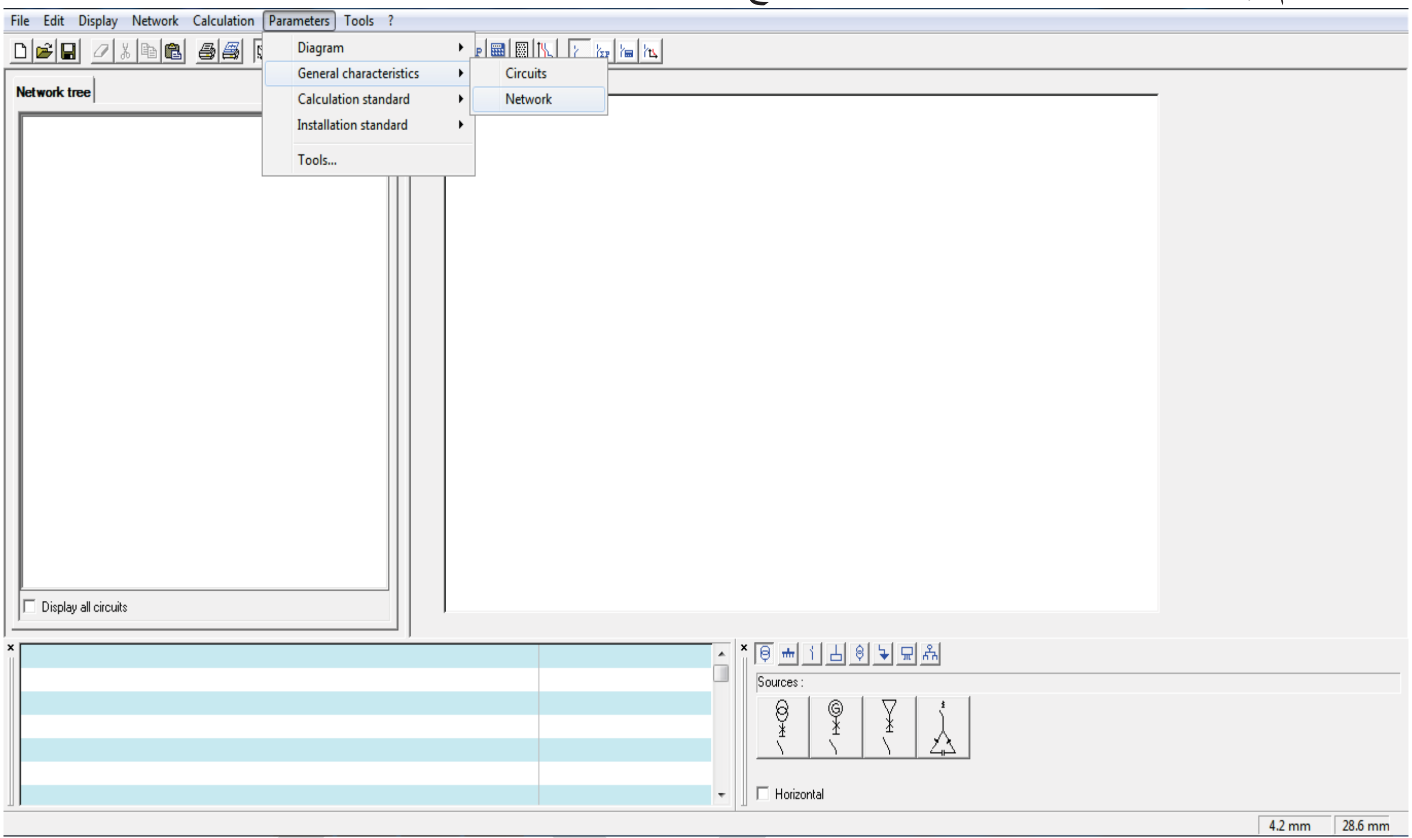
قم بإدخال أسم المصمم من خلال إختيار File ثم أختر Summary .



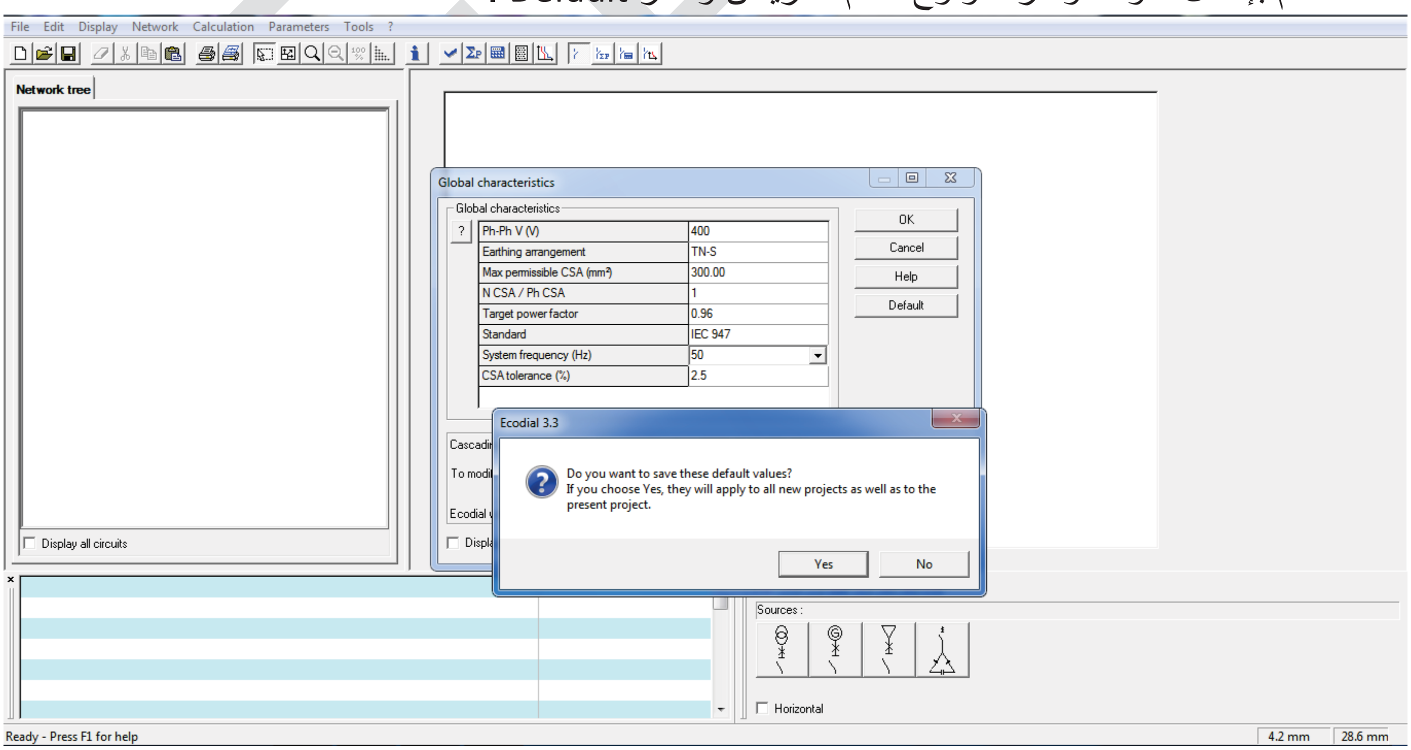
قم بإدخال أسم المصمم.



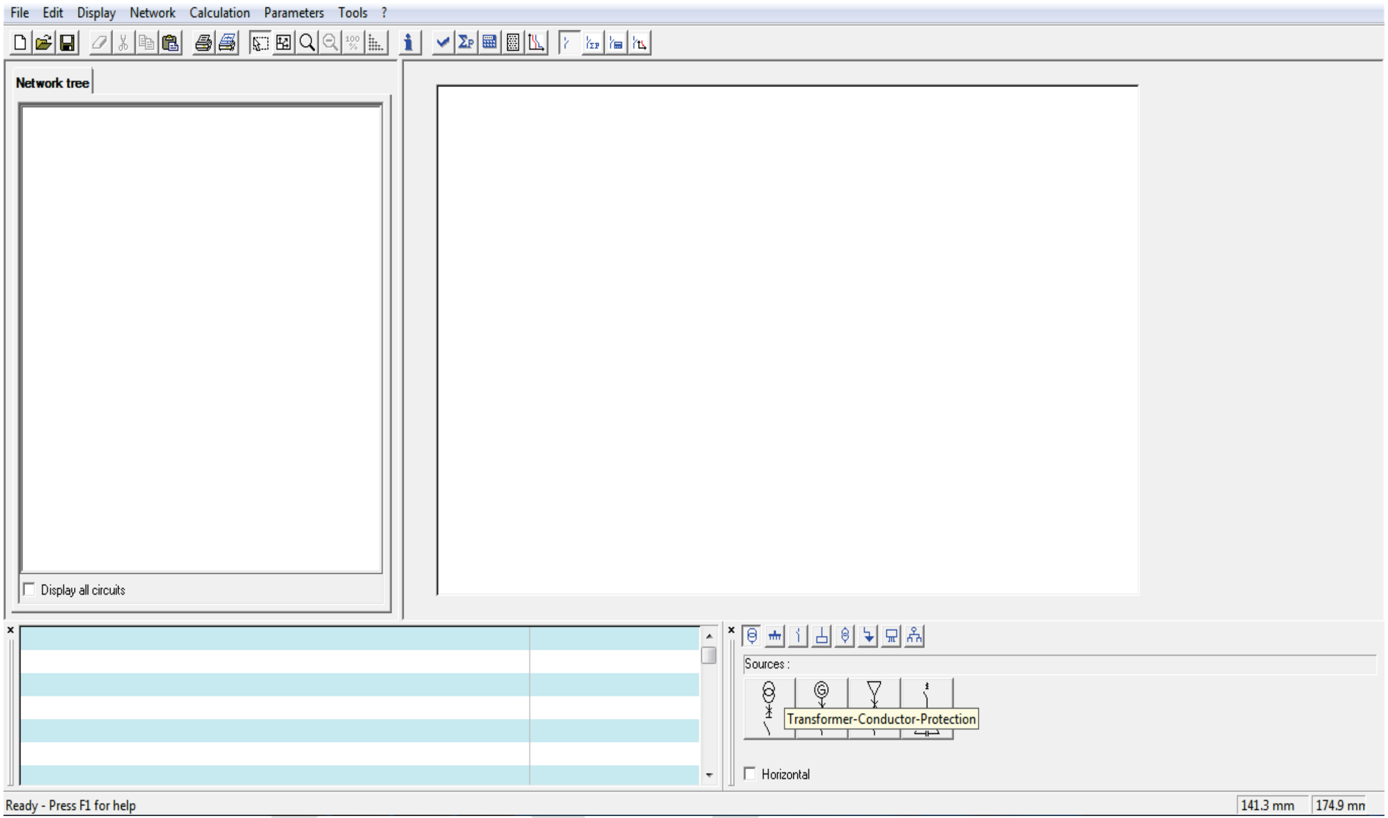
قم بإنشاء شبكة جهد منخفض كما هو موضح.



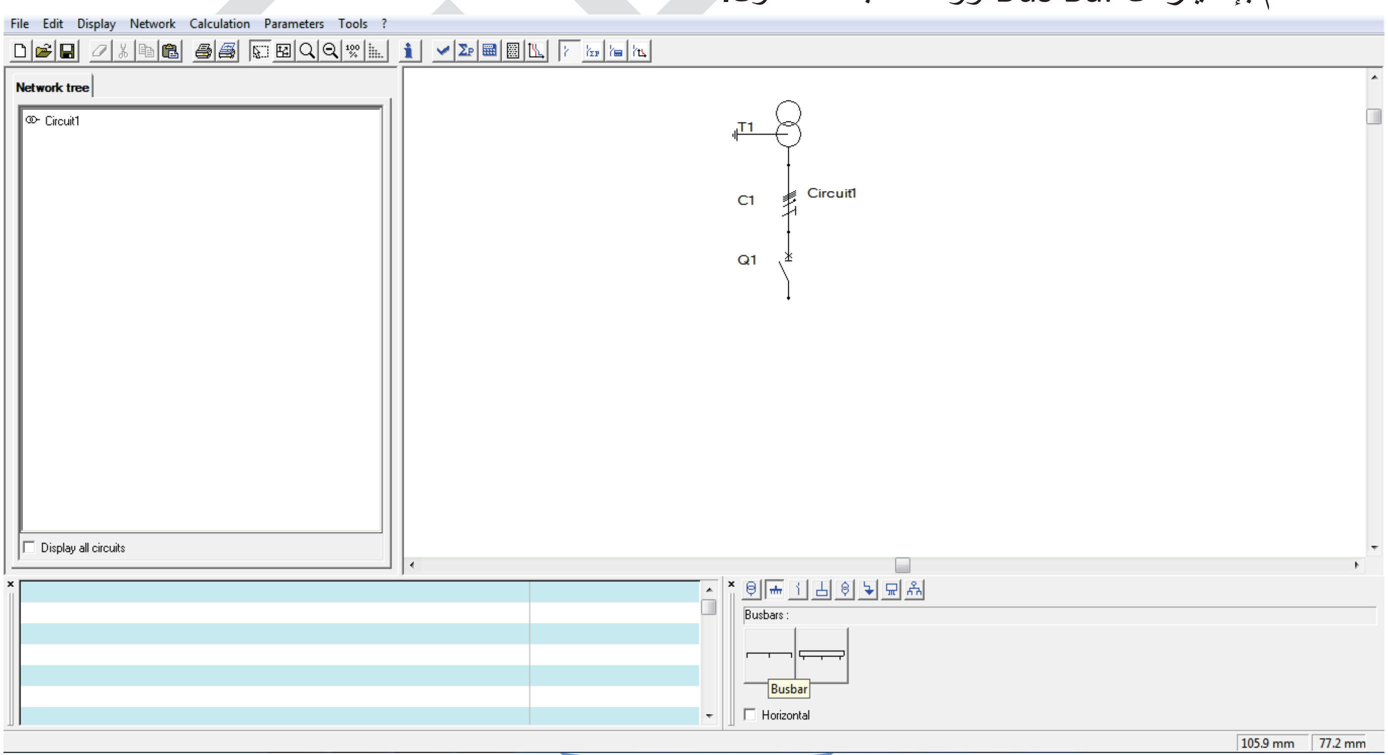
قم بإدخال الفولت والتردد ونوع نظام التاريض وأختر Default .



قم بإدخال المحول من الايقونة الخاصة بمصدر التغذية.

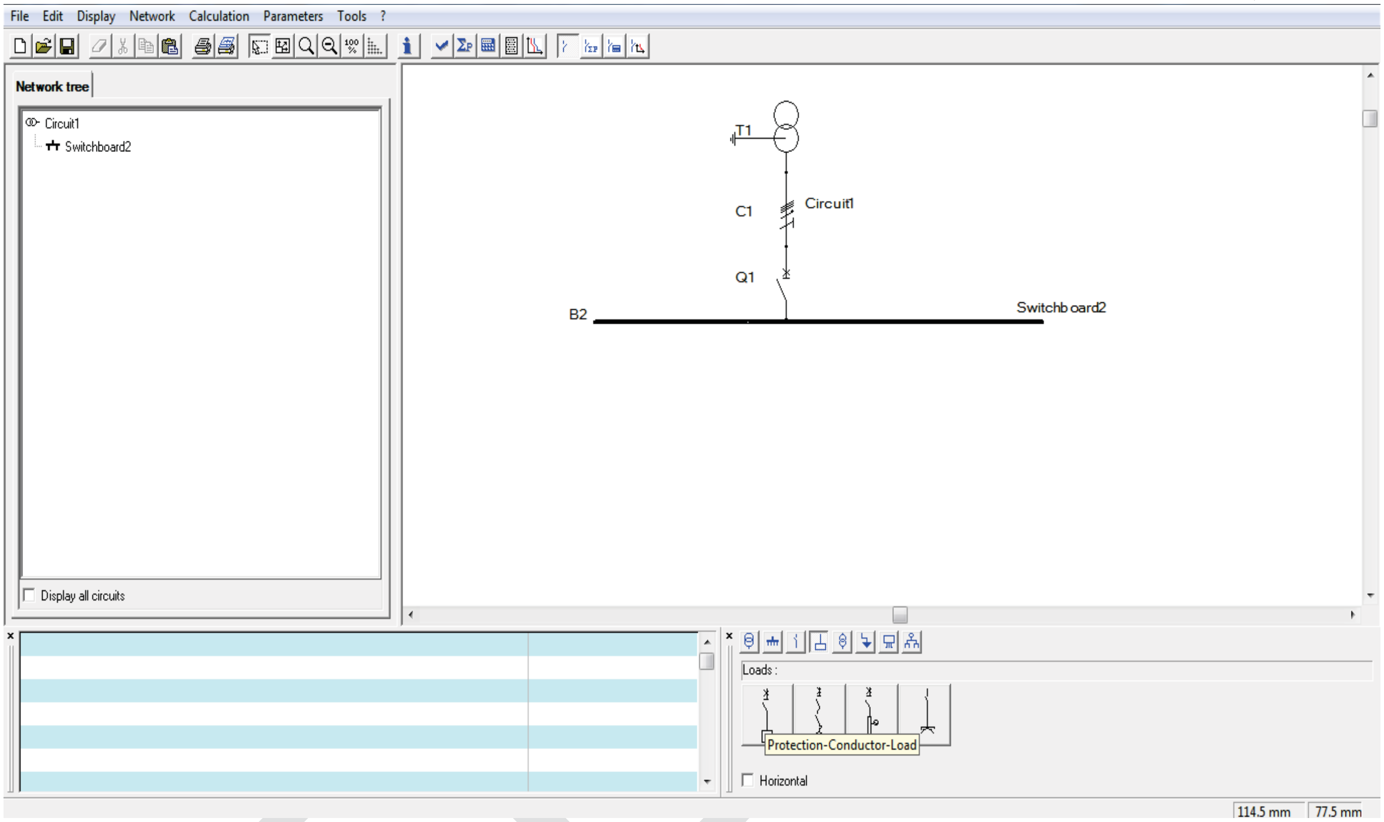


قم بإختيار ال Bus Bar ووضعه بعد المحول.

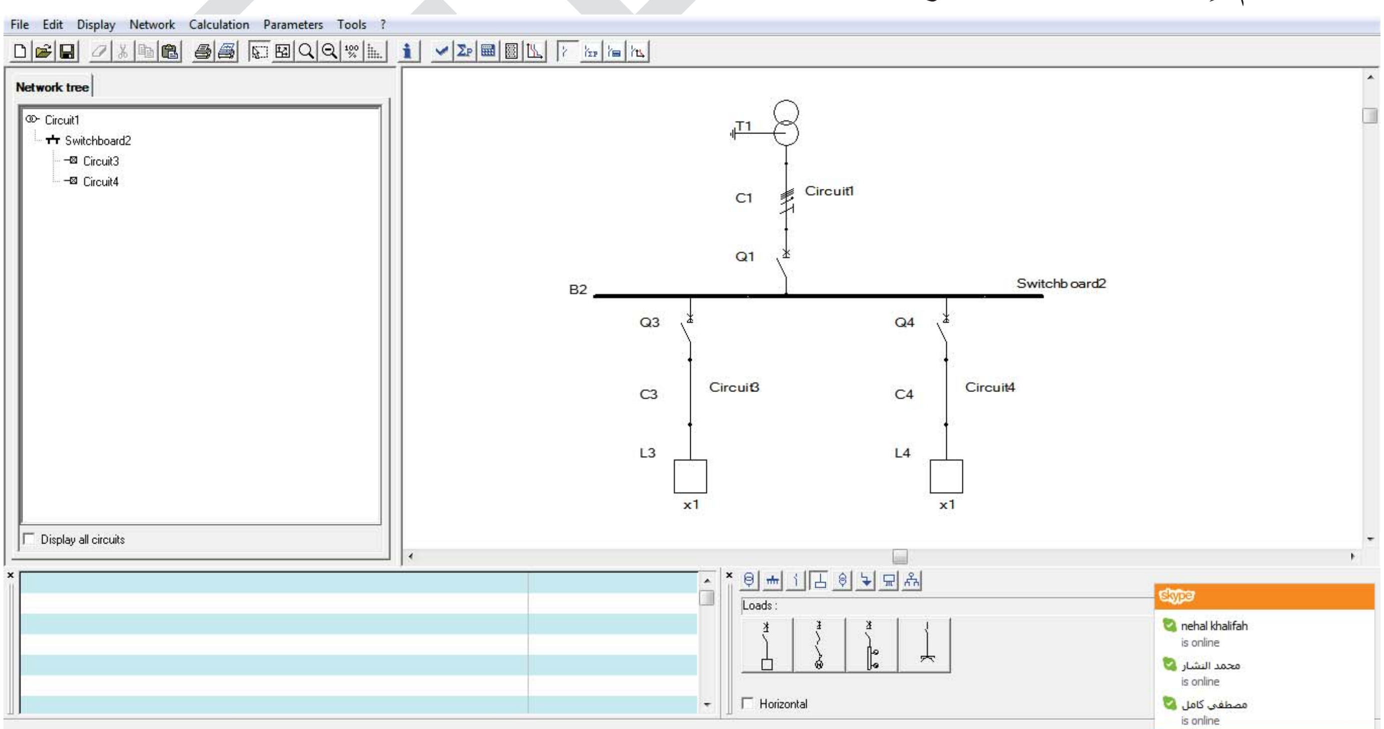


Prepared By: Ahmed Abdel-Hady

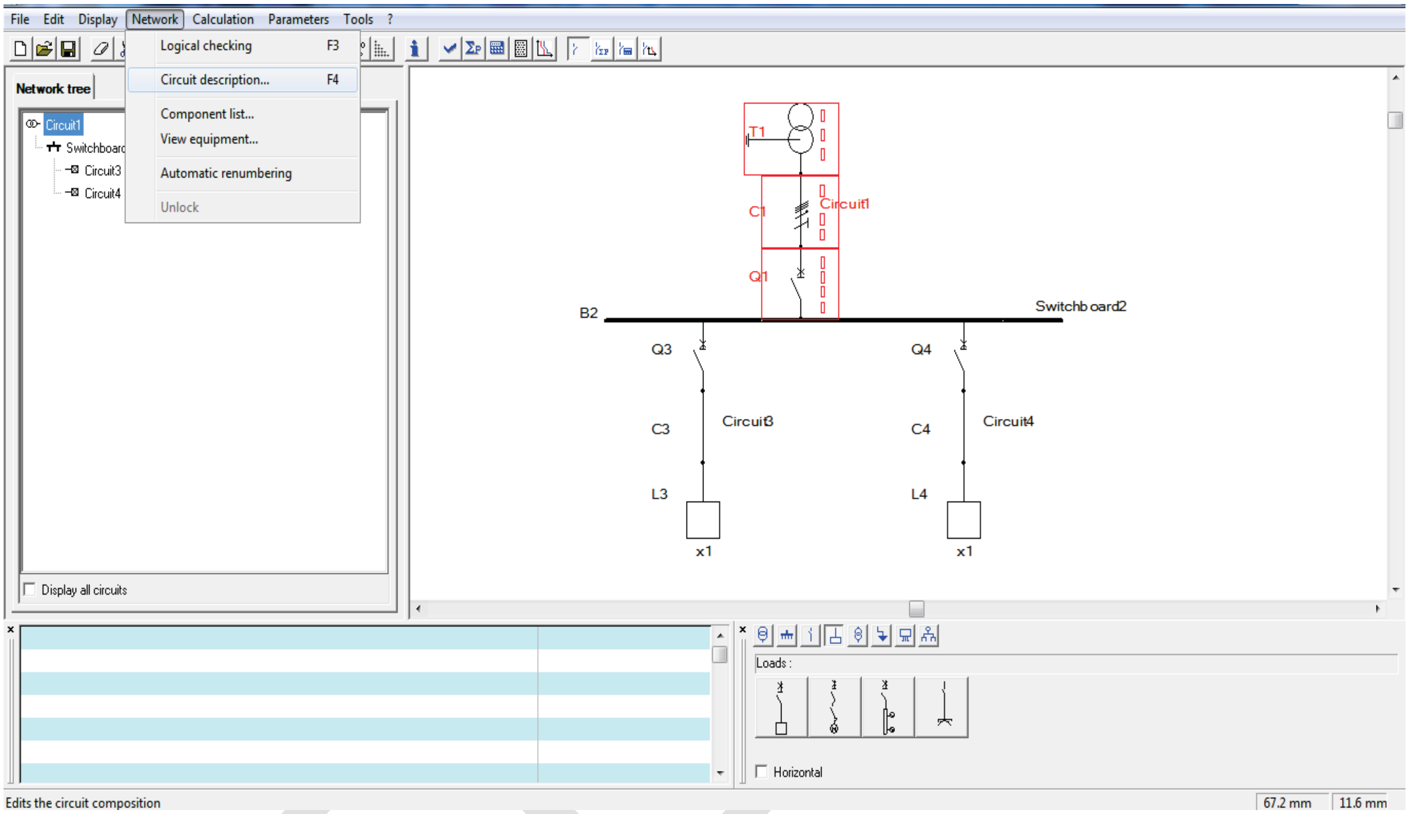
قم بإضافة حمل Load .



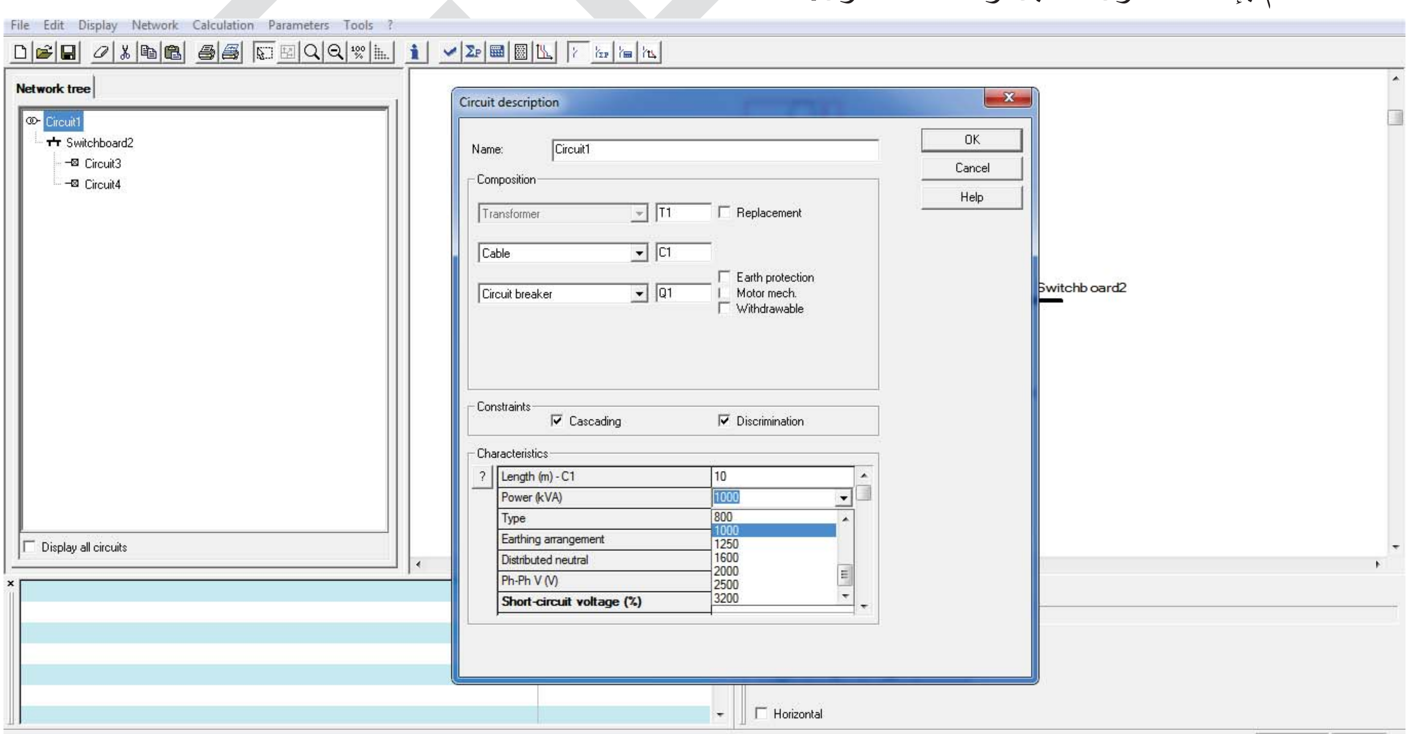
قم بإضافة حمل Load أخر.



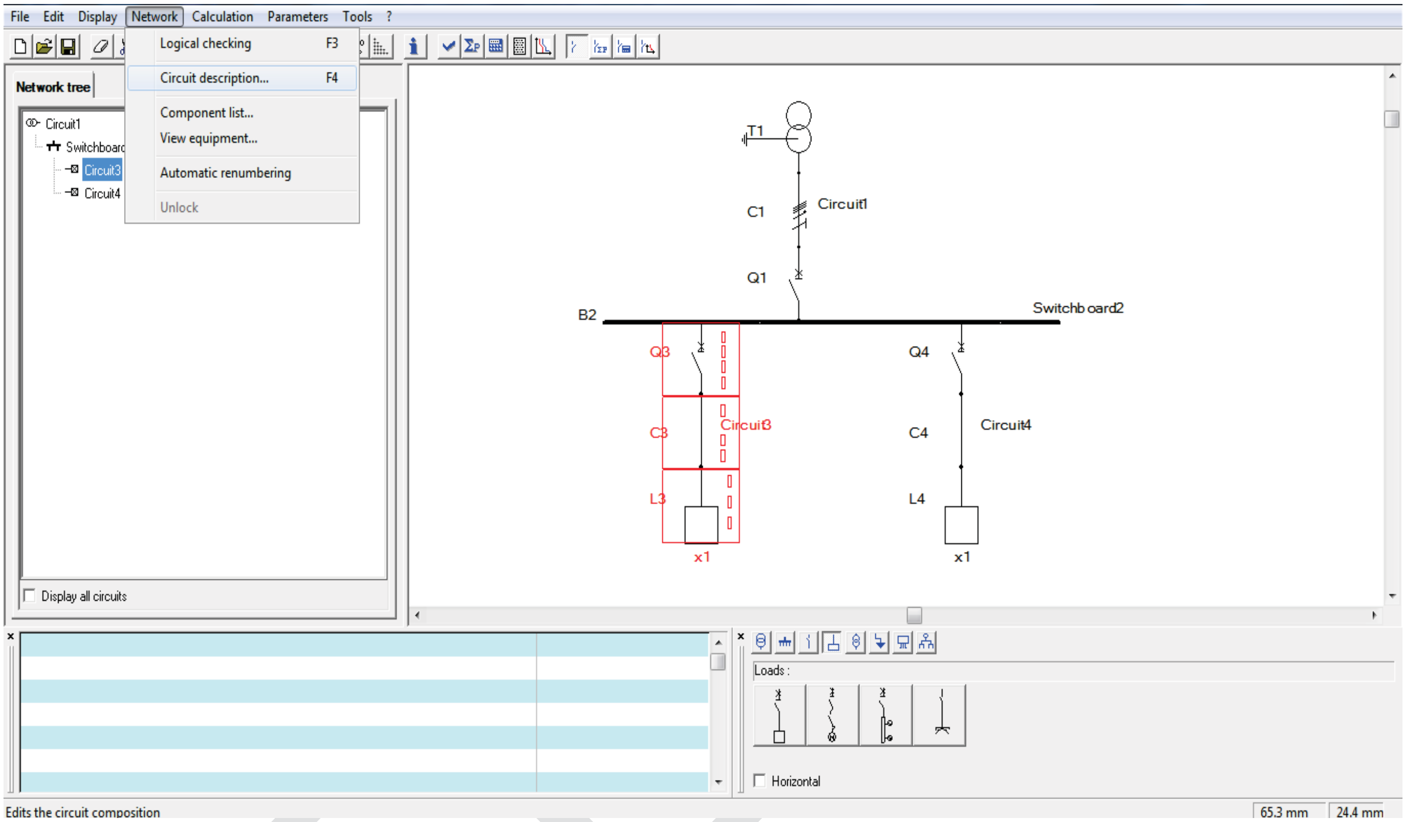
إضغط علي المحول وقم بإضافة البيانات الخاصه به.



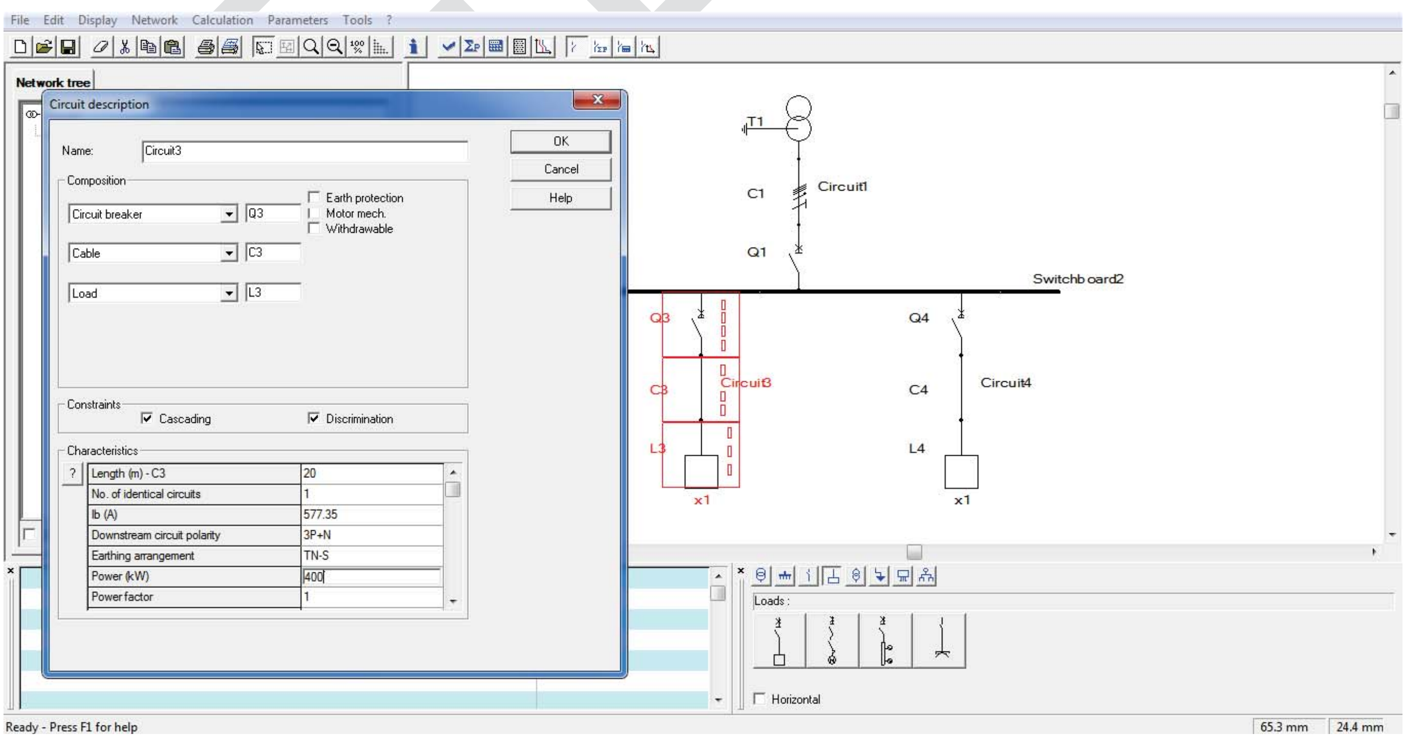
قم بإضافة طول الكابل و سعة المحول.



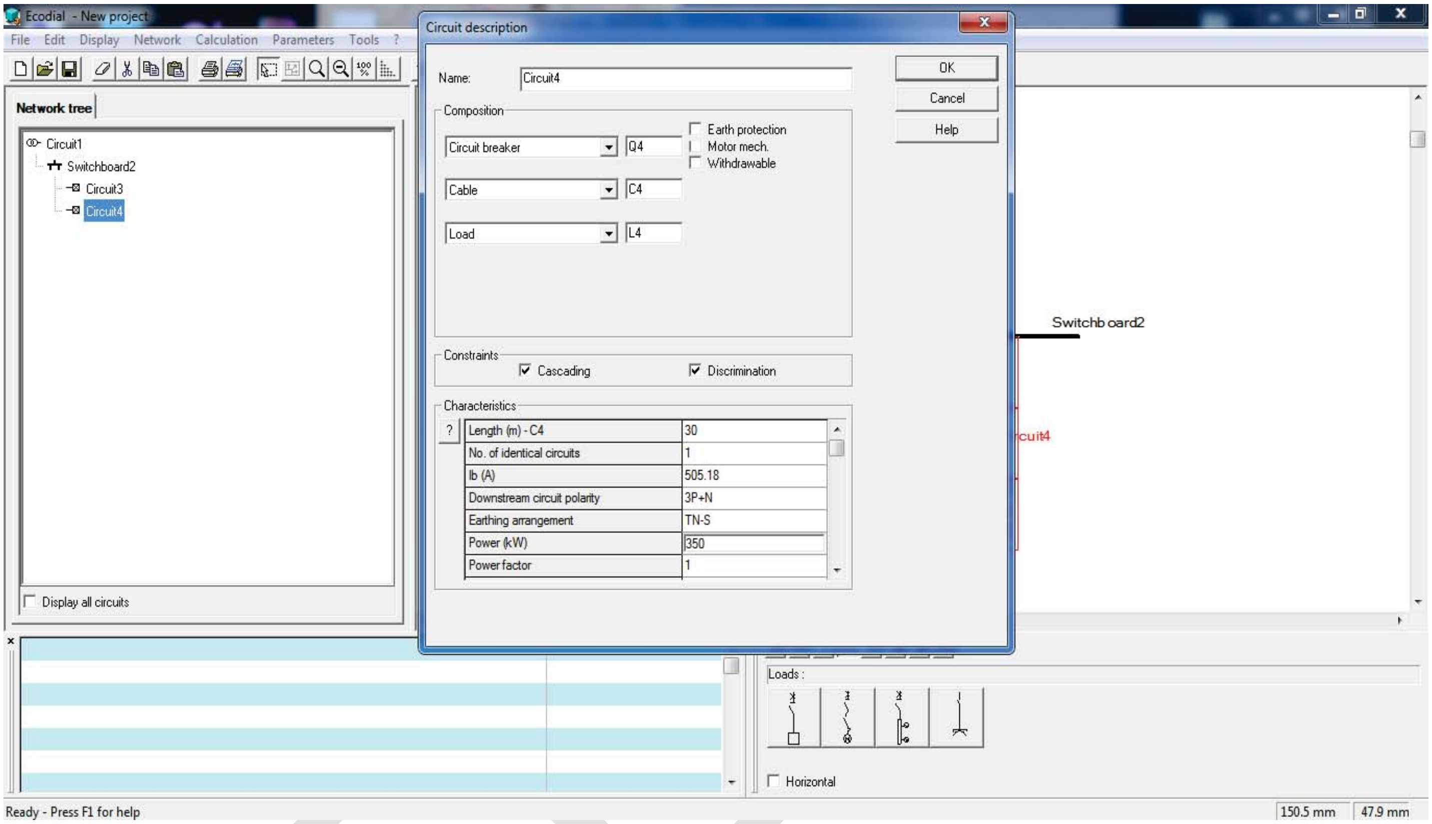
إضغط علي الحمل وقم باضافة البيانات الخاصه به.



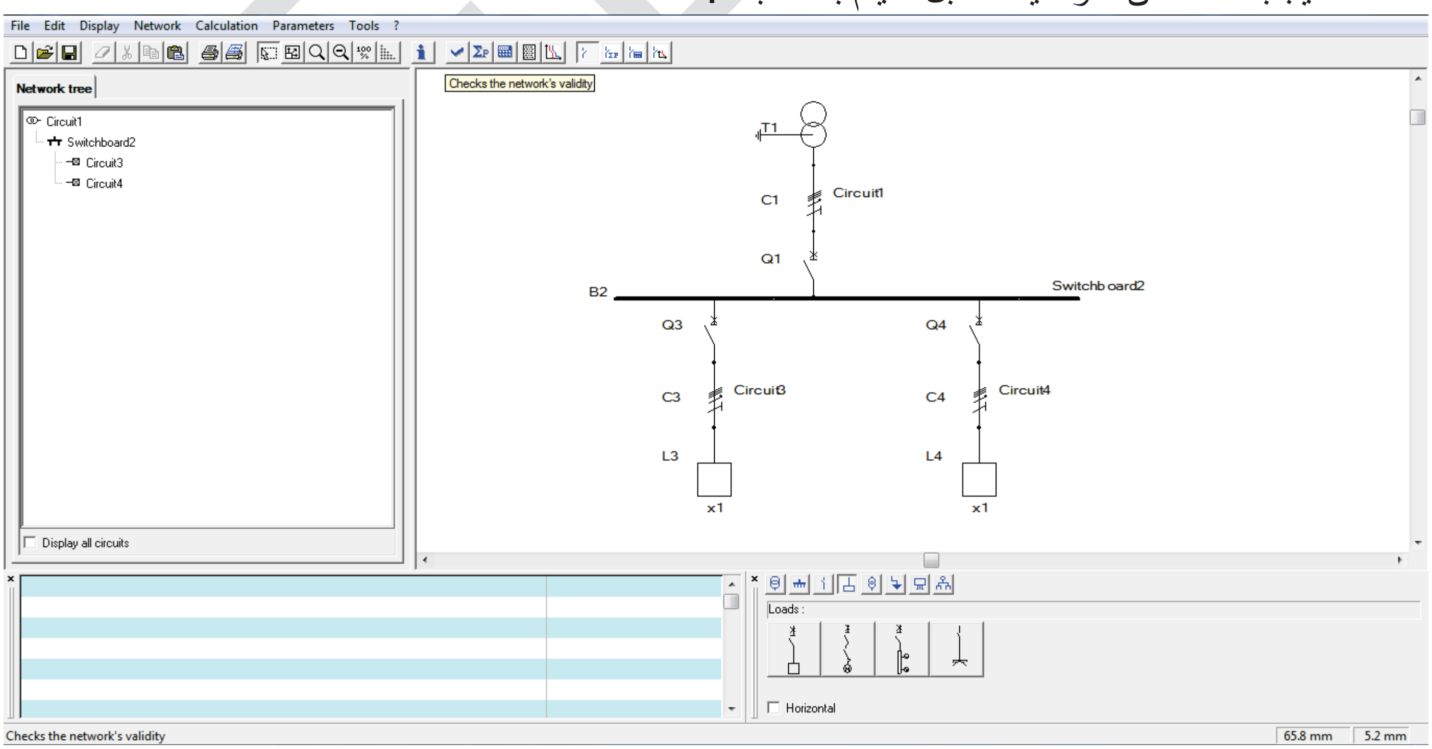
قم بإضافة طول الكابل و الحمل بالوات أو الفولت امبير.



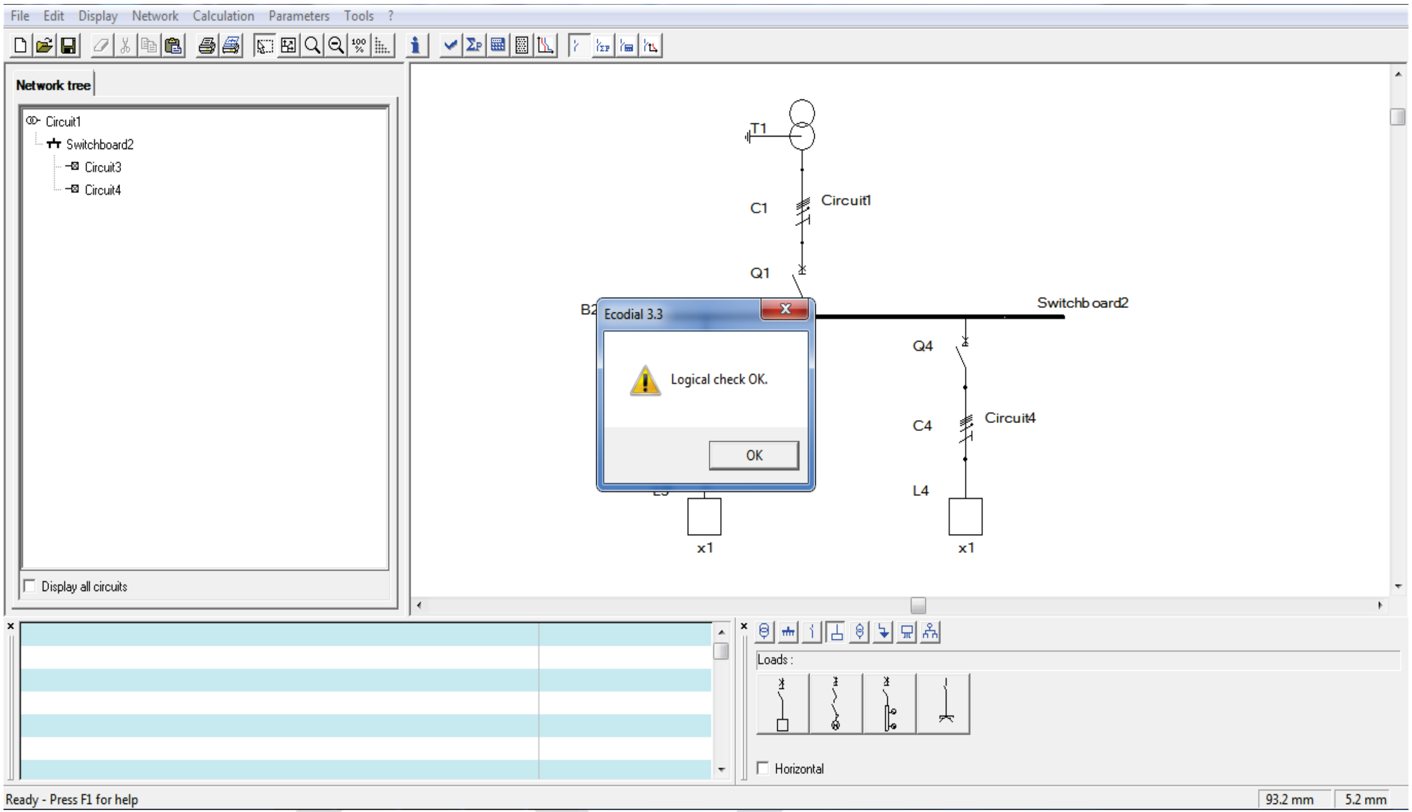
إضغط علي الحمل وقم بإضافة البيانات الخاصه به.



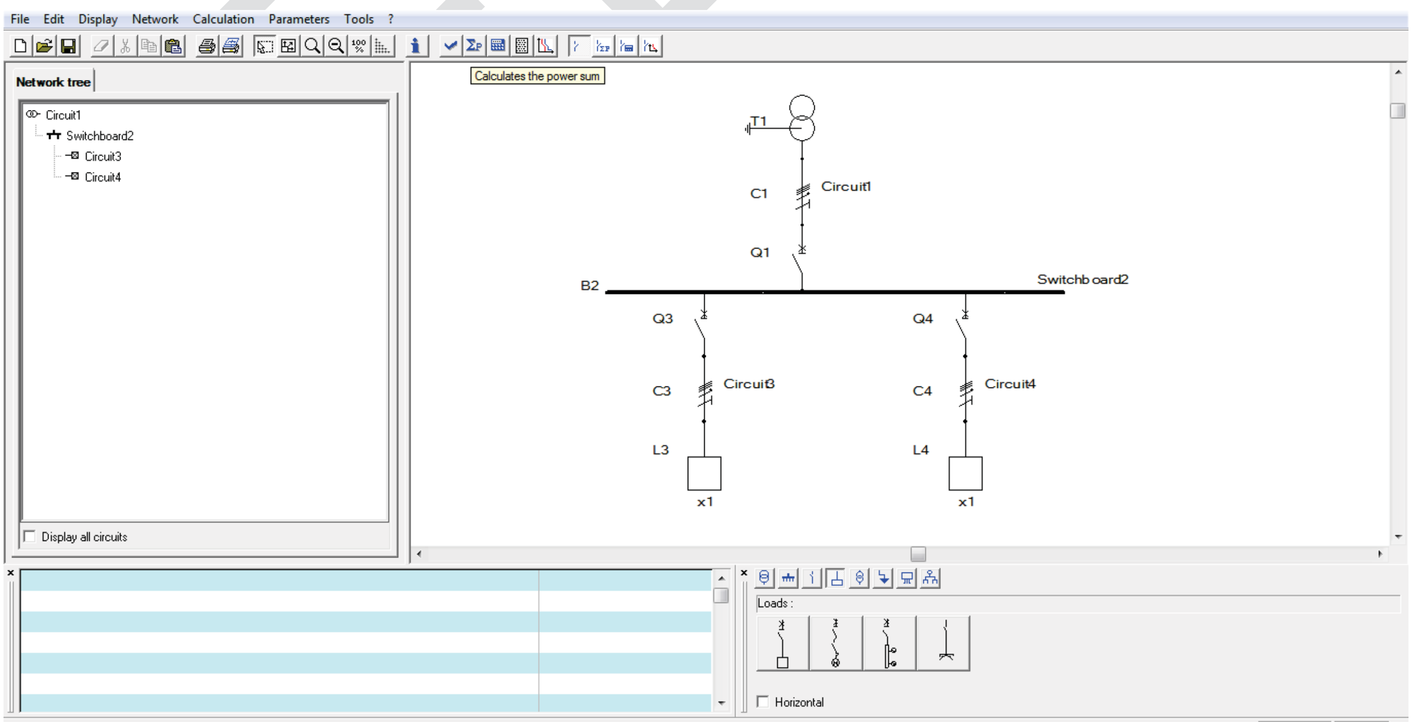
يجب التاكد من التوصيلات قبل القيام بالحسابات.



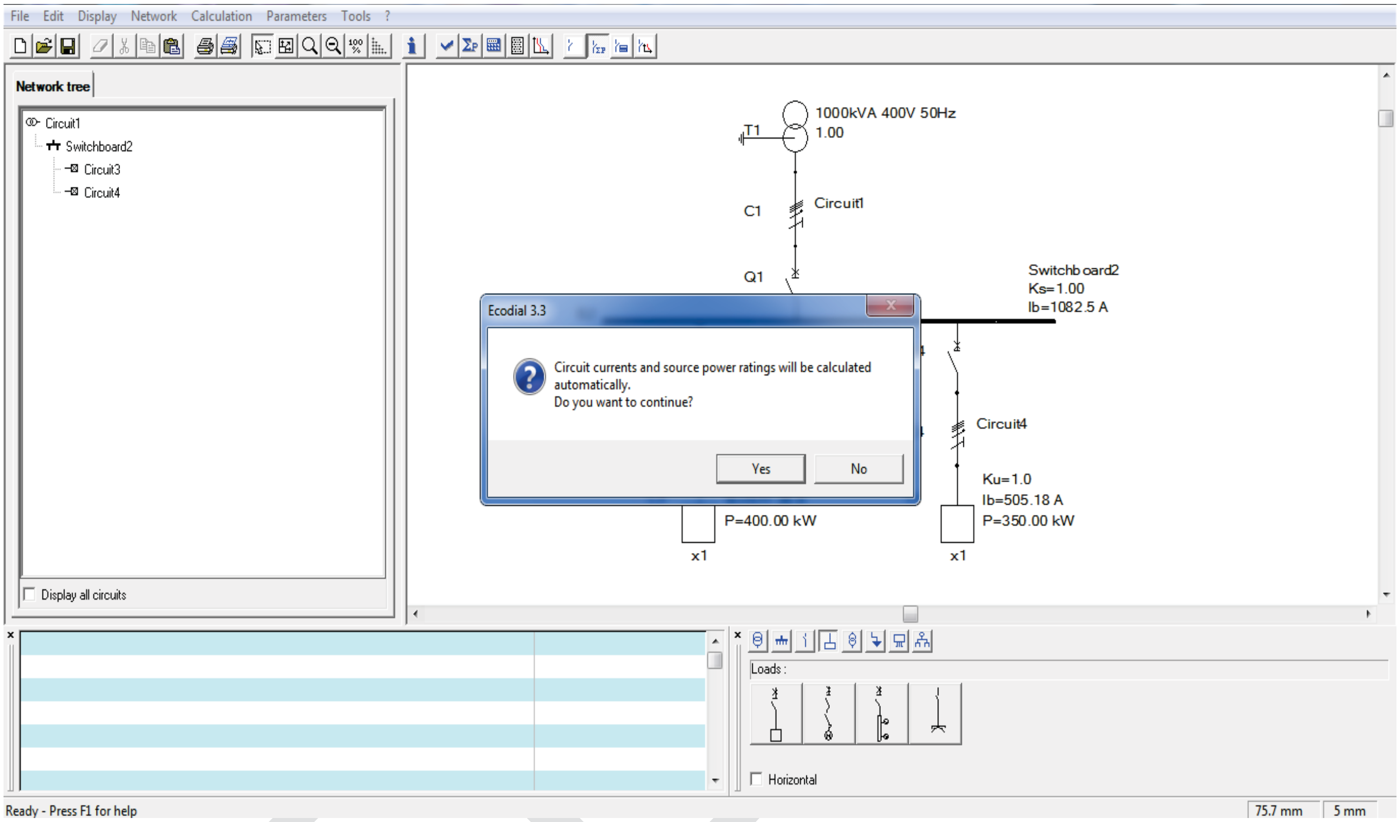
تم التاكد من التوصيلات.



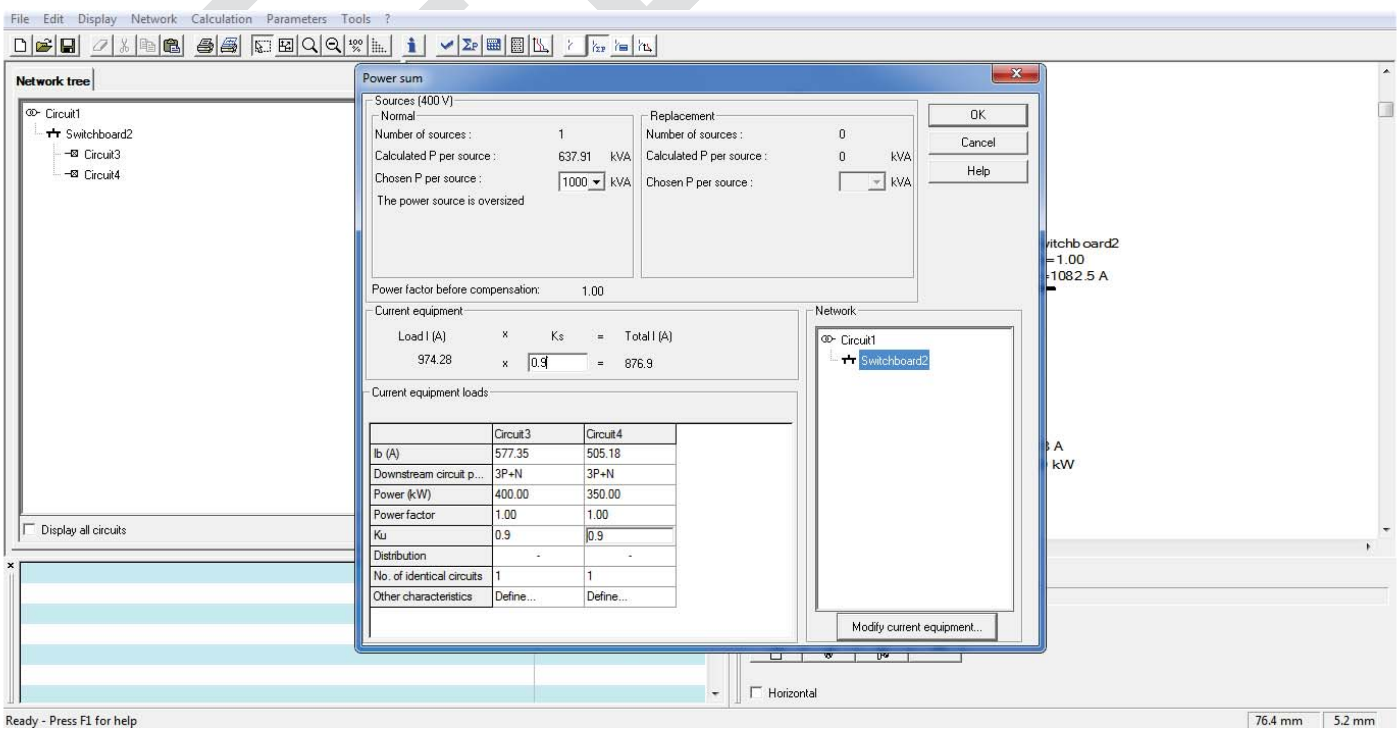
أختر Calculate the Power Sum .



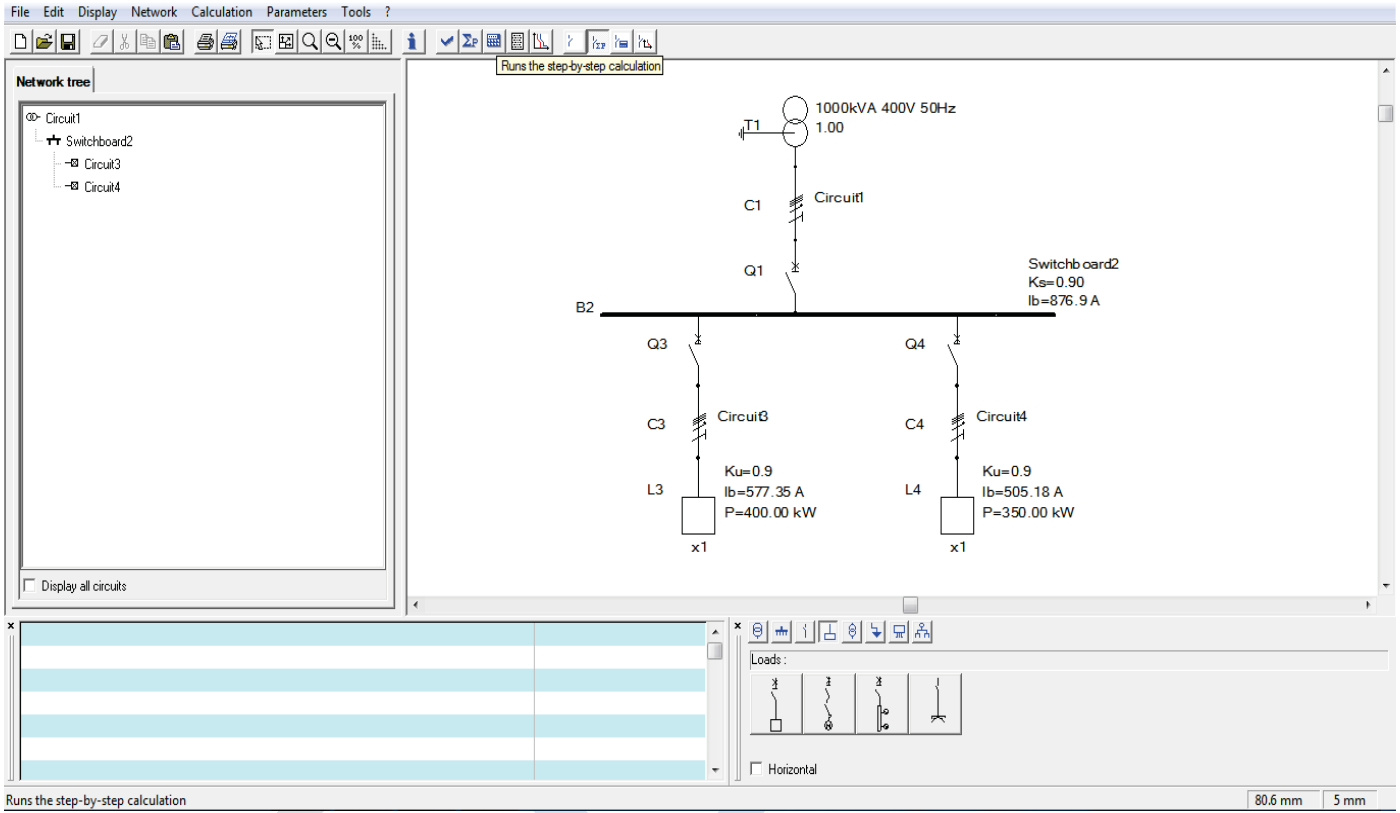
أضغط علي ok.



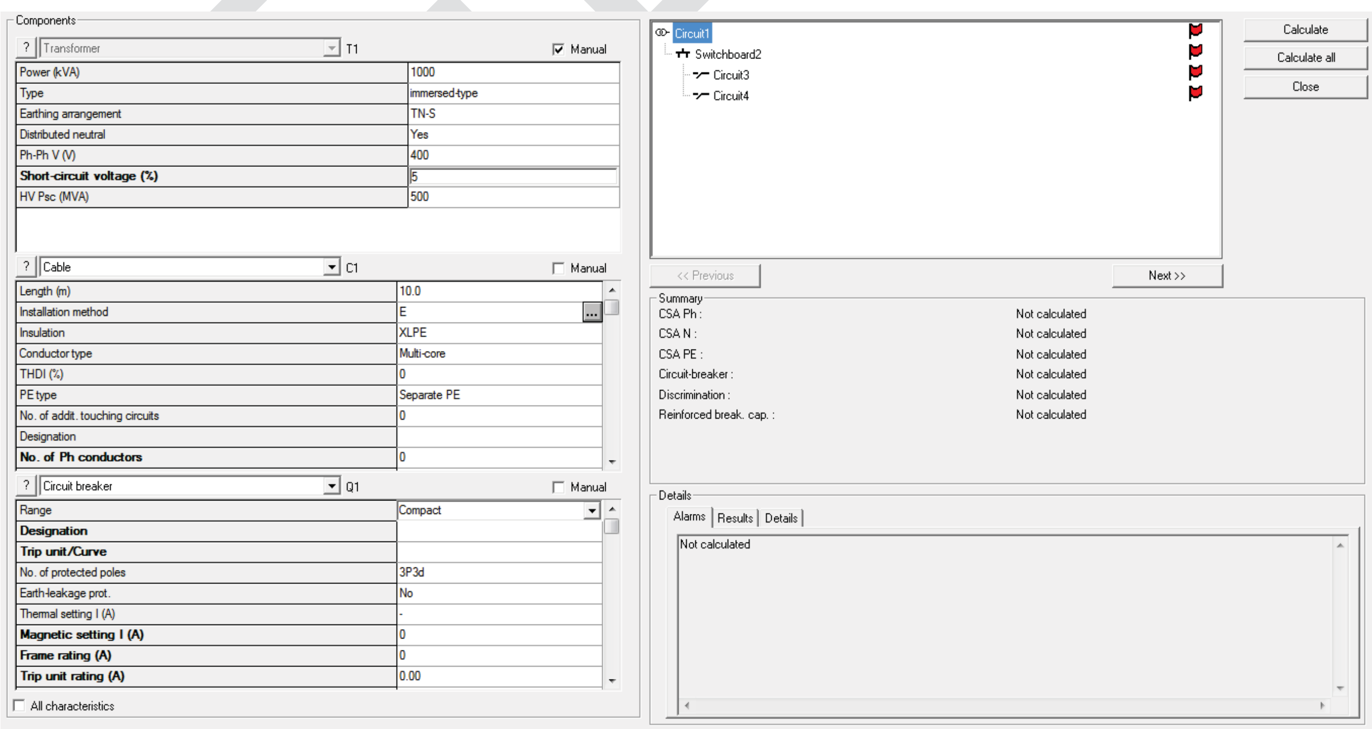
قم بإدخال معامل الطلب و معامل الإختلاف.



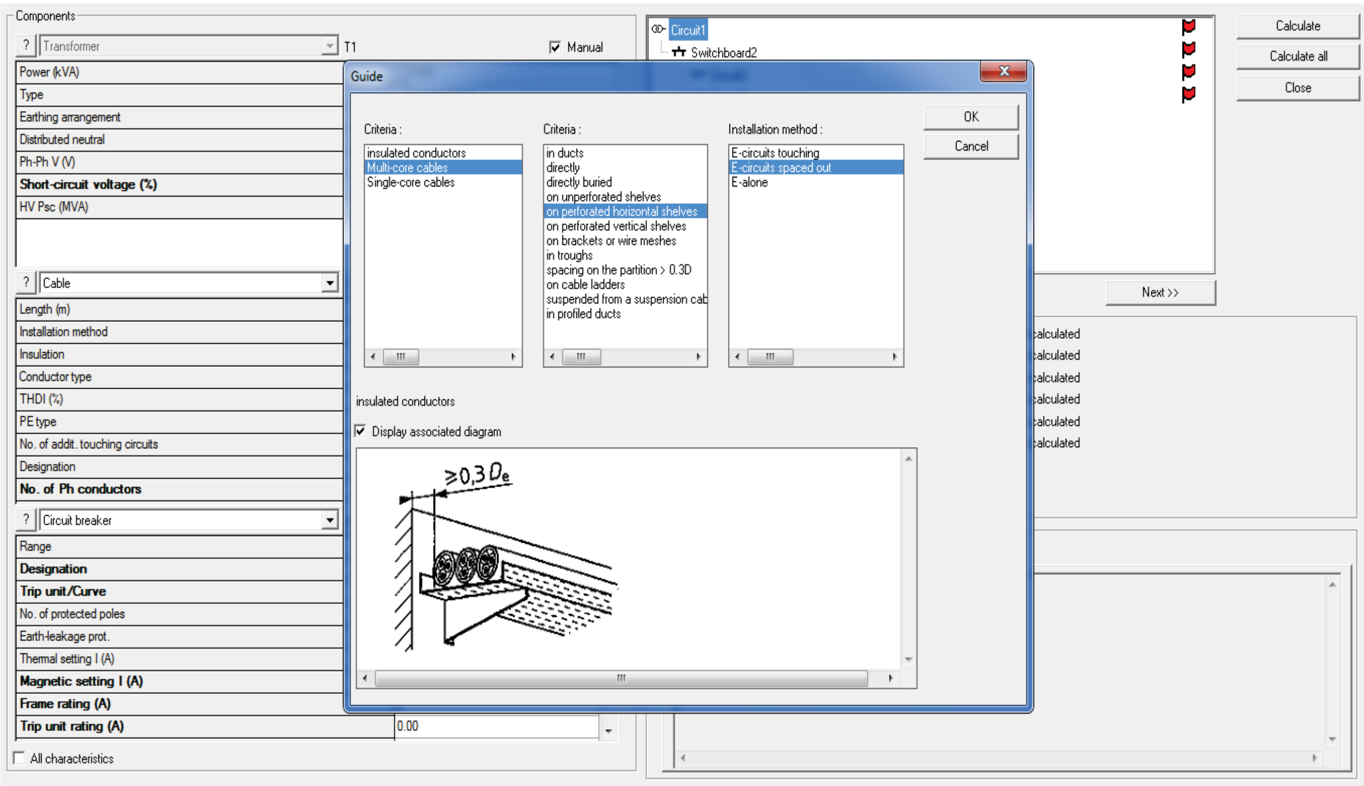
قم بالضغط علي حسابات الشبكة.



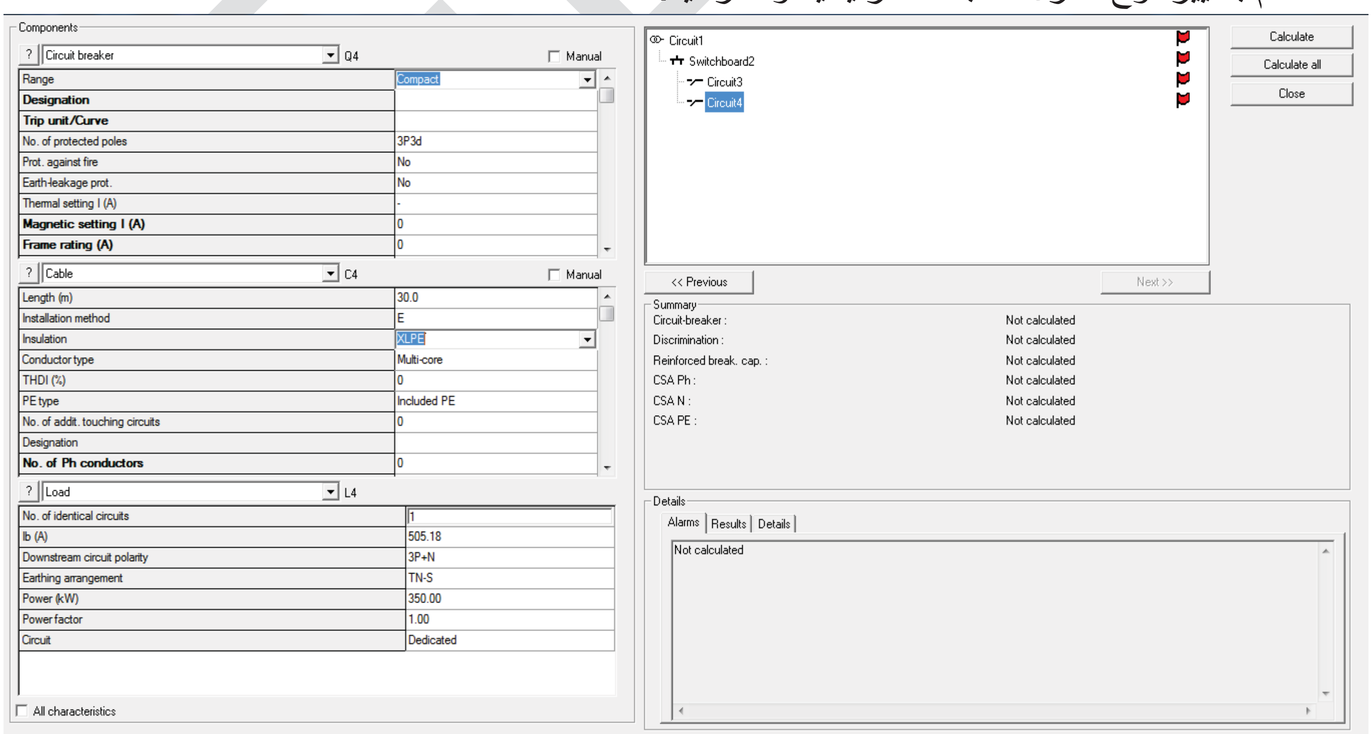
قم بتعديل طريقة التمديد ونوع العزل.



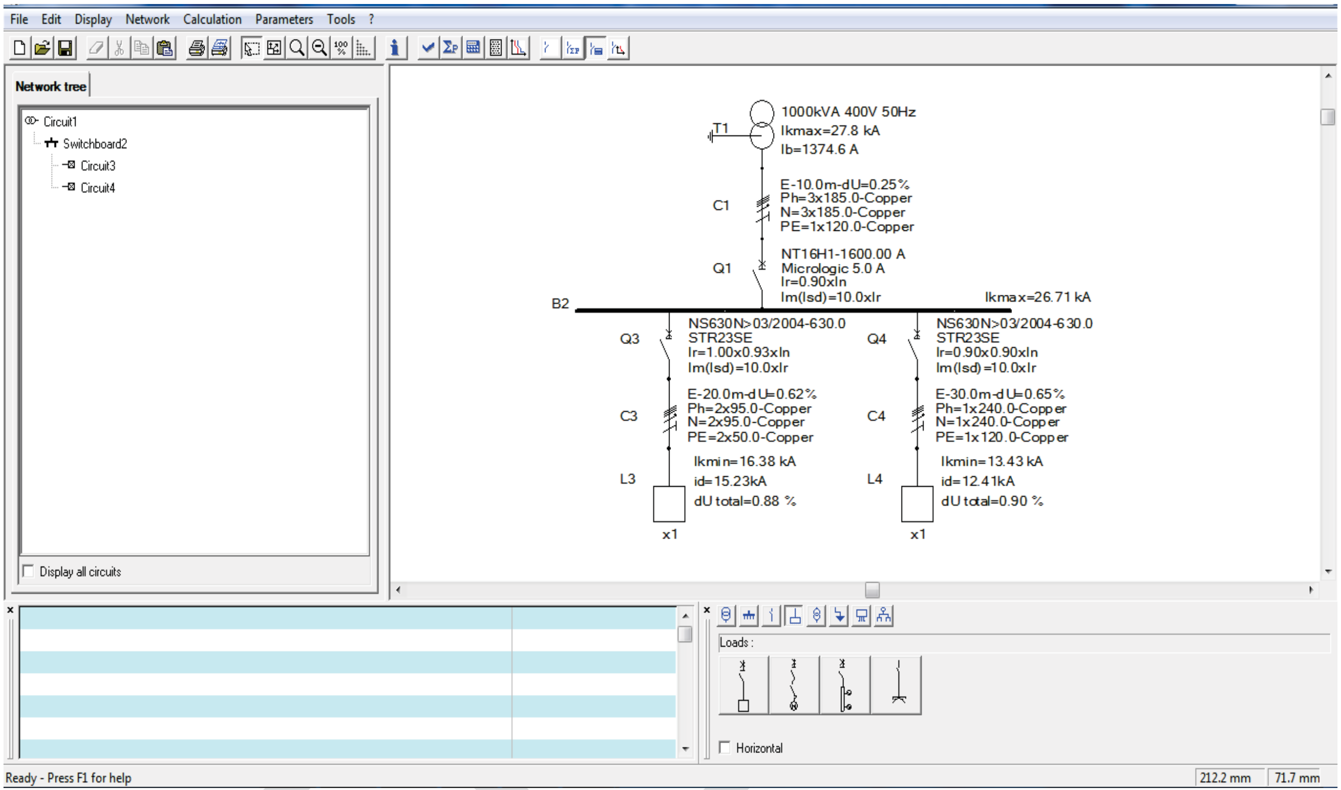
قم بإختيار طريقة تمديد الكابلات لكل من الكابلات الرئيسية و الفرعية.



قم بتغيير نوع العزل للكابلات الرئيسية و الفرعية.



قم بالتأكد من حسابات الكابلات والفقد في الجهد وحساب القواطع وحساب تيار القصر.



الباب السابع

تصميم نظام الحمايه من الصواعق ونظام التأريض

مقدمة

أهمية نظام الحمايه من الصواعق

- الحمايه من التيارات الكبيرة التي تسببها الصاعقة.
- حماية الاشخاص و المعدات و المباني.
- حماية خطوط النقل.
- حماية أبراج الإتصالات.

أهمية نظام التأريض

- يحمي الأفراد من خطر الصعق الكهربائي الناتج عن قصور العزل و إنهيارة.
- يقي من خطر التفريغ الكهربائي الناتج من الصواعق.
- يحمي المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة و الكبيرة في جهة التغذية.
- يؤمن تشغيلا مناسباً للمعدات و المنظومات الكهربائية.
- يحافظ علي بقاء جهد المتعادل ثابتاً.

7- نظام الحماية من الصواعق

1-7 تعريف الصاعقة :-



الصواعق هي تفريغ كهربائي بين الغيوم أو بين الغيوم و الأرض وهي تفريغ مرئي للكهرباء الساكنه المتجمعة علي السحب والمتكونة نتيجة الأحوال الجوية.ويحدد التفريغ علي شكل جريان أو سيل من التيار عادةً يكون كبير بالمقدار وذو زمن صغير جداً، مكونه ضرر كبير في البنايات نتيجة الحرارة المتولدة و القوي الميكانيكية الناتجة بواسطة مرور تيار خلال مقاومة صغيرة في مسار التفريغ.

2-7 أسس تصميم الحماية من الصواعق:-

يعتمد تصميم نظام الحماية من الصواعق علي الأمور التالية:

- شدة العاصفة الرعدية.
- طبيعة البناء.
- أهمية البناء.
- مكان البناء.

ولمعرفة هل المبني محتاج للحماية من الصواعق يجب حساب إحتمالية الصواعق في هذا المكان خلال العام من المعادلة التالية:

$$P = Ac \times Ng \times W \times 10^{-6}$$

$$AC = LW + 2LH + 2WH + \prod H^{2}$$

$$W = A \times B \times C \times D \times E$$

وفي حالة زيادة الإحتمالية عن 10^{-5} فإن المبني في حاجة إلي الحماية من الصواعق.

L : طول المبني بالمتر.
W : عرض المبني بالمتر.
H : إرتفاع المبني.
Ng: عدد الصواعق لكل كيلو متر2 في السنة ويتم تحديدها من الجداول التالية مع الخريطة المرفقة التي توضح عدد الصواعق الرعدية خلال السنة.

Relationship between thunderstorms days per year and lightning per km2 per year	
Thunderstorms days per	Ng : Flashes per km2 per year
5	0.2
10	0.5
20	1.1
30	1.9
40	2.8
50	3.7
60	4.7
80	6.9
100	9.2

W: حاصل ضرب المعاملات التي تعتمد علي طبيعة المبني و إستخدامة و يتم تحديدها من الجداول التالية.

Weighting factor A (use of structural)	
Use of structural	Value of factor A
Houses and other buildings of comparable size.	0.3
Houses and other building of comparable size with outside aerial.	0.7
Factories, workshops &laboratories.	1.0
Office blocks & hotels.	1.2
Places of assembly.	1.3
Schools & hospitals.	1.7

Weighting factor B (type of construction)	
Type of construction	Value of factor B
Steel framed with roof other than metal.	0.2
Reinforced concrete with roof other than metal.	0.4
Steel framed or Reinforced concrete with metal roof.	0.8
Plain concrete with roof other than metal.	1.0
Timber framed with roof other than metal.	1.4
Timber framed or Plain concrete with metal roof.	1.7
Building with thatched roof	2.0

Weighting factor C (contenets or consequential effects)	
Contenets or consequential effects	**Value of factor C**
Not contaning consequential effects.	0.3
Industrial contains susceptible contains.	0.8
Power stations, radio station & telephone exchange.	1.0
Assembly buildings.	1.3
Schools & hospitals.	1.7

Weighting factor D (degree of isolation)	
Degree of isolation	**Value of factor D**
Located in a large area of structures with the same height	0.4
Located in an area with few other structures with the same height	1.0
Completely isolated or its height exceed twice the height of surrounding structres.	2.0

Weighting factor E (type of terrain)	
Type of terrain	**Value of factor E**
Flat country at any level	0.3
Hill country	1.0
Mountain country between 300m and 900m	1.3
Mountain country above 900m	1.7

مثال :

مطلوب معرفة إحتياج مستشفي لنظام الحماية من الصواعق، المستشفي إرتفاعها 30 متر ومساحتها 100 x 200 متر2 تقع في منطقة عدد الصواعق الرعدية بها خلال السنة 10 أيام وطبيعة المبني خرسانة مسلحة ويحيط بالمبني مستشفيات بنفس الإرتفاع وطبيعة المدينة ليس بها تلال ولا جبال.

الحل :

من الجدول رقم 1 نستنتج أن Ng : Flashes per km2 per year= 0.5

والمعاملات من الجدول هي: A=1.7, B=0.4, C=1.7, D=0.4, E=0.3

$$W = A \times B \times C \times D \times E = 0.14$$

$$AC = LW + 2LH + 2WH + \pi H^2$$

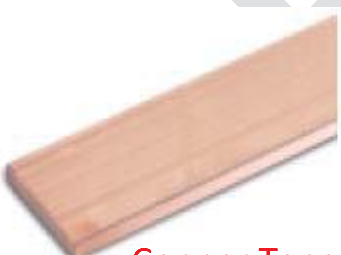
$$= 100 \times 200 + 2 \times 200 \times 30 + 2 \times 100 \times 30 + 3.14 \times 30^2 = 40826\ m2$$

$$P = Ac \times Ng \times W \times 10^{-6}$$

$$= 40826 \times 0.5 \times 0.14 \times 10^{-6} = 2.8 \times 10^{-3}$$

مما سبق نستنتج ان إحتمالية الصواعق أكبر من 10^{-5} وبالتالي فإن المبني في حاجة إلي الحماية من الصواعق.

3-7 مكونات نظام الحمايه من الصواعق:-



Copper Tape

يتكون نظام الحماية من الصواعق من التالي:

- لواقط هوائية وفائدتها جزب الصاعقة وتكون هوائيات أفقية أو رأسية حسب الكود المستخدم وطبيعة المكان .

بالنسبة للهوائيات الافقية تكون غالبا عبارة عن شريط نحاس مقاس 25 X 3 مم.

يتم توزيعها علي السطح علي شكل شبكة بأبعاد 20 X 10 متر أو 15 X 15 متر، ويتم تثبيتها علي السطح كل 1.5 متر بواسطة ال Tape Clamp ، وفي حالة التقاطعات يتم إستخدام Square Clamp.

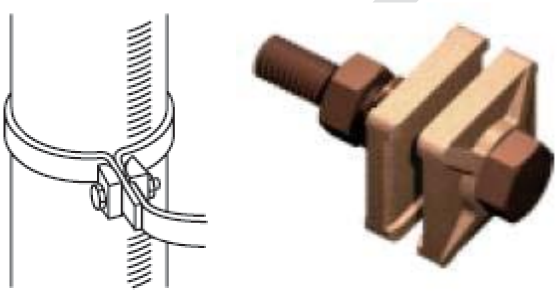


Tape clamp

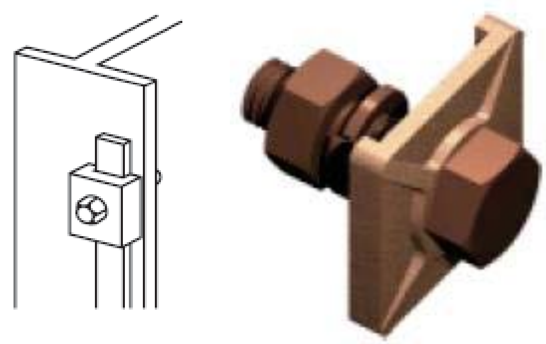


Square clamp

- الوصلات و القيود، وبها يتم ربط جميع الأجسام المعدنية الغير حاملة للتيار علي الأسطح بشبكة التاريض مثل السلالم المعدنية وأجسام المكيفات الخارجية... الخ



Bond to steel pipe



Bond to steel parts

- النوازل، ومهمتها تأمين طريق للصاعقة بين اللواقط والأرض، ويكون عبارة عن شريط نحاس مثل اللواقط الهوائية وتكون النوازل كل 20 متر طولي ويتم تثبيتها علي واجهات المبني أو مدفونة في مواسير.

- الإتصال بشبكة الأرضي كما سيتم التعرف عليها لاحقاً.

1-8 تعريف نظام التأريض:-

التأريض هو عبارة عن توصيل الأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار بالأرض وأيضاً توصيل شبكة الحماية من الصواعق بالأرض وبالتالي فإنها تحمي الأشخاص والمعدات.

ويتم تأريض جميع الأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار داخل المبني شاملاً وحدات الإنارة و مخارج القوي و جميع اللوحات الرئيسية و الفرعية و حوامل الكابلات و الأبواب المعدنية و أجسام المحولات و المولدات ونقطة التعادل في المحول...الخ.

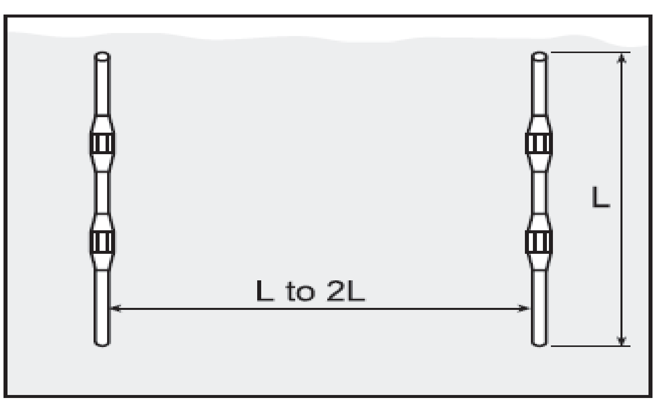
وتم التعرف علي تحديد مساحة مقطع كابل الأرضي في الجزء الخاص بحسابات الكابلات، ويكون مثل مساحة مقطع الوجه (الفاز) حتي مساحة مقطع 10مم2 وبعدها يكون نصف قيمة الوجه.

2-8 تصميم شبكة الأرضي:-

يتم تمديد شبكة من كابل نحاس مجدول بمساحة مقطع لا تقل عن 70مم2 و غير معزول حول المبني ويبعد عن حدود المبني تقريبا متر ويكون أقل عمق دفن حوالي 60 سم أسفل سطح الأرض، ويتم إضافة أوتاد تاريض كل 16 متر تقريبا وبطول 3 متر حتي تصل إلي باطن الأرض حتي تقلل من المقاومة مما يزيد من كفاءة النظام.

ويتم زيادة عدد الأوتاد في الموقع أثناء التنفيذ حتي نصل الي قيمة المقاومة المطلوبة (تقريبا 5 أوم) وبحيث لا تقل المسافة بين أي وتد و المجاور له عن ضعف إرتفاع الوتد.

ويتم إضافة غرف لقياس مقاومة الأرضي بمسافات لا تقل عن 50 متر،ويتم أيضاً ربط شبكة التأريض بشبكة الحماية من الصواعق بمسافات لا تزيد عن 20 متر كما تم التعرف عليها سابقاً.



3-8 مكونات شبكة الأرضي:-



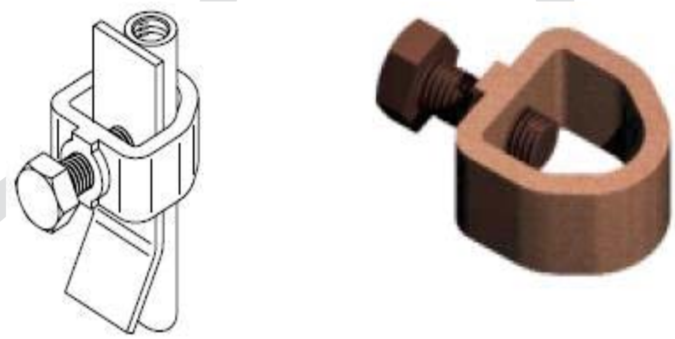
Bare copper conductor

تتكون شبكة الأرضي من التالي:-

- كابلات النحاس المجدولة الغير معزولة ويتم دفنها في الأرض كما تم ذكرة سابقا.
- أوتاد التأريض، وتكون طولها 3 متر ويتم دفنها في الأرض علي عمق 60 سم من سطح الأرض علي الأقل ويتم ربطها بكابلات النحاس الغير معزولة كما هو موضح بالشكل التالي.

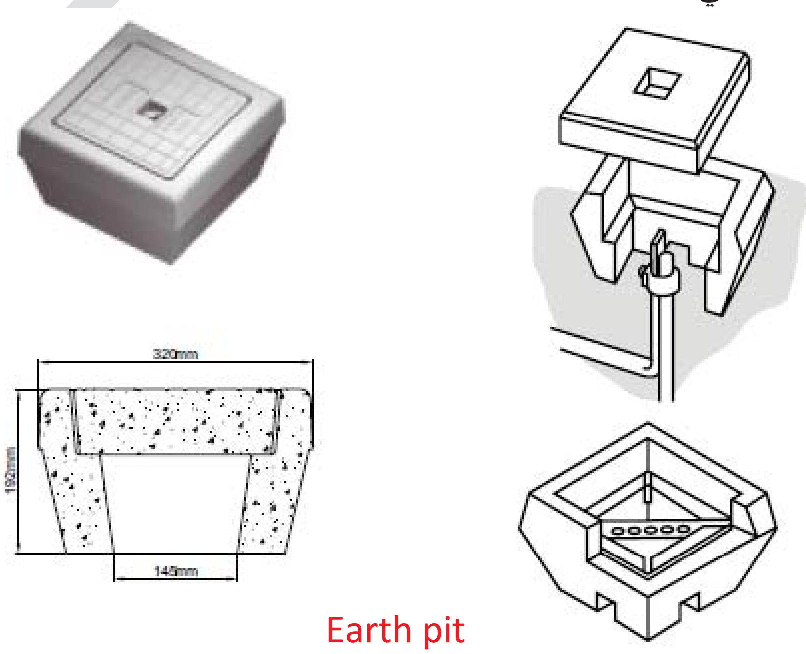


Earth rod



Rod to tape clamp

- غرف الفحص، وتستخدم لقياس مقاومة شبكة التأريض بمسافات لا تقل عن 50 متر كما هو موضح بالشكل التالي.



Earth pit

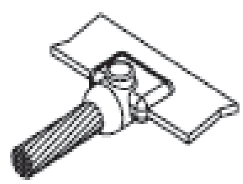
Prepared By: Ahmed Abdel-Hady

- شريط ربط لنظام التأريض، ويستخدم لتأريض الأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار ويتم تثبيتها غالباً في غرف الكهرباء.



Earth bar

- الربط مع شريط حماية الصواعق، ويستخدم للربط بين كابل التأريض مع النزلات الخاصة بحماية الصواعق.



Conductor to tape clamp

4-8 تطبيق عملى بإستخدام الأوتوكاد:-

- قم بفتح برنامج الأوتوكاد من الأيقونة الموجودة علي سطح المكتب.
- قم بتحميل ملف الاكس رف للدور الارضي و السطح.
- تابع التوضيح مع المحاضر لتتعلم كيفية تصميم نظام التأريض و الحماية من الصواعق.